

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Bakalářský studijní program: Strojírenská technologie

Zaměření: Řízení výroby

**SNÍŽENÍ ČASŮ PŘI PŘETÝPOVÁNÍ STROJE NEDSCHROEF NB 512 VE FIRMĚ
KAMAX S.R.O. VČETNĚ ZABUDOVÁNÍ JAKOSTI DO VÝROBNÍHO PROCESU.**

**TIME REDUCTION AT CHANGEOVER PROCESS OF MACHINE NEDSCHROEF
NB 512 IN COMPANY KAMAX LTD. INCLUDING INCORPORATION OF
QUALITY SYSTEM IN THE MANUFACTURING PROCESS.**

KOM – 1226

Markéta Fáberová

Vedoucí práce: Ing. Jiří Lubina Ph.D.

Konzultant: Ing. Václav Šantin, Josef Kühnel, Kamax Turnov s.r.o.

Počet stran: 81

Počet příloh

a tabulek: 5

Počet obrázků: 90

Počet modelů

nebo jiných příloh: -

Datum: 20.5.2013



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení : **Markéta F Á B E R O V Á**
Studijní program : B2341 Strojírenství
Obor : 2301R030 Výrobní systémy
Zaměření : Řízení výroby

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

**Snížení časů při přetypování stroje Nedschroef NB 512
ve firmě Kamax s.r.o. včetně zabudování jakosti do výrobního procesu**

Zásady pro vypracování :

(uveďte hlavní cíle bakalářské práce a doporučené metody pro vypracování)

1. Seznámení s produkty a produkcí firmy Kamax s.r.o.
2. Seznámení s koncepcí a technikami štíhlé výroby, zejména JIDOKA a SMED.
3. Popis a technické parametry lisu Nedschroef NB 512.
4. Analýza stávajícího stavu přetypování stroje.
5. Analýza stávajícího stavu zajištění jakosti v technologickém procesu výroby.
6. Návrhy řešení a rozpracování doporučeného řešení v případové studii.
7. Hodnocení doporučeného řešení a porovnání se současným stavem.
8. Shrnutí a zhodnocení dosažených výsledků, vyvození závěrů a ekonomické vyhodnocení.



Forma zpracování bakalářské práce:

- průvodní zpráva : cca 30 stran textu
- grafické práce : obrázky, tabulky a grafy - dle potřeby

Seznam literatury (uved'te doporučenou odbornou literaturu) :

1. ZELENKA, A.; PRECLÍK, V.; HANINGER, M. *Projektování procesů obrábění a montáží*. 2. vyd. Praha: ČVUT, 1999. 190 s. ISBN 80-01-02013-4.
2. ZELENKA, A.; PRECLÍK, V. *Racionalizace výroby*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2004. 132 s. ISBN 80-01-02870-4.
3. MAŠÍN, I.; VYTLAČIL, M. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-90-22356-7.
4. LIKER, J. *Tak to dělá Toyota*. 1. vyd. Praha: Management Press, 2007. 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
5. ŘEZÁČ, J. *Moderní management, Manažer pro 21.století*. 1. vyd. Brno: Computer Press, a.s., 2009. 397 s. ISBN 978-80-251-1959-4.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jiří Lubina, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce:

Josef Kühnel
TPM koordinátor
Kamax s.r.o., Turnov

Doc. Ing. Jan Jersák, CSc.
vedoucí katedry



Doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.
děkan FS

V Liberci, dne 12. 02. 2013

Platnost zadání bakalářské práce je 15 měsíců od výše uvedeného data. Termíny odevzdání bakalářské práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.

SNÍŽENÍ ČASŮ PŘI PŘETYPOVÁNÍ STROJE NEDSCHROEF NB 512 VE FIRMĚ KAMAX S.R.O. VČETNĚ ZABUDOVÁNÍ JAKOSTI DO VÝROBNÍHO PROCESU.**ANOTACE:**

Tato bakalářská práce je zaměřena na zkrácení seřizovacích časů a zabudování jakosti do výrobního procesu strojního zařízení Nedschroef NB 512 ve firmě Kamax Turnov s.r.o.. Snaha o snížení času přestavby je realizována pomocí metody SMED. Zabudování jakosti do výrobního procesu je provedeno především aplikací systému JIDOKA. První část práce je věnována přestavení firmy a Kamax Turnov s.r.o. a jejich produktů. Druhou částí je seznámení s pojmy týkající se kvality a jakosti, představení metody SMED a JIDOKA a popis stroje Nedschroef NB 512. Třetí část tvoří analýzy stávajícího stavu přetypování stroje a zajištění jakosti v technologickém procesu. V závěru práce jsou uvedeny návrhy řešení, porovnání dosažených výsledků se současným stavem a ekonomické hodnocení.

TIME REDUCTION AT CHANGEOVER PROCESS OF MACHINE NEDSCHROEF NB 512 IN COMPANY KAMAX LTD. INCLUDING INCORPORATION OF QUALITY SYSTEM IN THE MANUFACTURING PROCESS.**ANNOTATION:**

This bachelor's thesis is focused on reduction of changeover times and incorporation of quality system in the manufacturing process of machine Nedschroef NB 512 in company Kamax Turnov Ltd. An effort to reduce changeover times is realized by SMED method. Incorporation of quality system in the manufacturing process is carried out primarily by application of JIDOKA system. In the first part of the thesis the company Kamax Turnov Ltd. and its products are described. The second part introduces concepts of quality, SMED and JIDOKA methods and the machine Nedschroef NB 512. Third part deals with analysis of existing state of machine changeover and ensuring of quality in technological process. Finally new solutions are suggested, the results achieved are compared with current state and economical aspects are evaluated.

Klíčová slova: SMED, JIDOKA, čas přestavby, externí činnost, interní činnost, analýza přestavby, kvalita, kontrolní systém, stroj Nedschroef NB 512

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2013

Archivní označení zprávy:

Počet stran:	81
Počet příloh:	5
Počet obrázků:	90
Počet tabulek:	-
Počet diagramů:	-

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum: 20. 5. 2013

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěla poděkovat všem, kteří se jakýmkoliv způsobem podepsali na vzniku této bakalářské práce. Zvláště pak panu Ing. Václavu Šantinovi, Josefu Kühnelovi a Jakubovi Malému z firmy Kamax s.r.o. za odborné rady, cenné připomínky a za to, že se mi vždy ochotně věnovali. Dále bych ráda poděkovala panu Ing. Jiřímu Lubinovi Ph.D. za jeho pomoc a vedení při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	9
1. Úvod.....	10
2. Seznámení s produkty a produkcí Kamax s.r.o.	11
3. Seznámení s pojmy kvalita a jakost.....	13
3.1. Technologicky zaměřené postupy.....	15
3.2. Normy založené na podnikových standardech.....	15
3.3. Standardy na bázi norem ISO.....	15
3.4. Systémy komplexního řízení kvality.....	16
4. Seznámení s koncepcí a technikami štíhlé výroby.....	17
4.1. Metodika SMED.....	17
4.1.1. Představení metodiky	17
4.1.2. Tradiční přístup ke změnám.....	17
4.1.3. Plýtvání při seřizování.....	18
4.1.4. Změna přístupu ke změnám.....	19
4.1.4.1. Metoda SMED.....	19
4.1.4.2. Nový přístup ke změnám.....	19
4.1.4.3. Koncepce metody SMED.....	19
4.1.4.4. Výhody metody SMED.....	21
4.1.4.5. Nástroje využívané při aplikaci metody SMED.....	21
4.1.5. Koncepce rychlých změn.....	21
4.2. Systém JIDOKA.....	22
4.2.1. Představení konceptu JIDOKA.....	22
4.2.2. Historie JIDOKY.....	22
4.2.3. Princip systému JIDOKA.....	22
4.2.4. Výhody zavedení systému JIDOKA.....	23
5. Popis a technické parametry.....	24
5.1. Popis stroje.....	24
5.2. Technické parametry stroje.....	24
6. Analýza stávajícího stavu přetypování stroje.....	26
6.1. Obecné rozčlenění činností při přestavbě ve dvou.....	26
6.2. Rozbor činností při přestavbě ve dvou.....	26
6.2.1. Rozbor činností prováděných prvním přestavujícím.....	27
(přestavba oblasti kupy válcovačky)	
6.2.2. Rozbor činností prováděných druhým přestavujícím.....	35
(přestavba oblasti lisu)	
6.2.2. Rozbor činností prováděných druhým přestavujícím.....	44
(tipování)	
7. Analýza stávajícího stavu zajištění jakosti v techn. procesu výroby.....	51
7.1. Analýza prvků zajišťující jakost výrobků.....	51
7.1.1. Přehled kontrolních prvků pro snímání výr. procesu.....	51
7.1.1.1. Monitorování podávání drátu a střihu.....	51

7.1.2.	Monitorování procesu lisování.....	52
7.1.2.1.	Monitorování lisovací síly.....	52
7.1.2.2.	Ochrana lisu a nástroje.....	52
7.1.2.3.	Sledování stavu nástroje.....	53
7.1.2.4.	Sledování kvality produktu.....	54
7.1.3.	Monitorování procesu kupení.....	55
7.1.4.	Monitorování procesu válcování závitu.....	55
7.1.5.	Monitorování okamžité spotřeby proudu.....	56
7.2.	Analýza systému výrobní kontroly.....	56
7.2.1.	Kontrola prováděná obsluhou stroje.....	58
7.2.1.1.	Kontrola sériové výroby.....	58
7.2.1.2.	Systém „dvojkrabičky“.....	58
7.2.1.3.	Statistická kontrola výroby.....	58
7.2.2.	Kontrola prováděná pracovníkem útvaru TQM.....	60
8.	Návrh řešení a jejich rozpracování.....	60
8.1.	Rozdělení činností na externí a interní.....	60
8.2.	Transformace činností interních na externí.....	61
8.3.	Návrh doporučených řešení pro snížení interních časů.....	62
8.4.	Zlepšení kontrolního systému.....	68
9.	Stručné zhodnocení doporučených řešení.....	69
10.	Shrnutí a zhodnocení dosažených výsledků, ekonomické hodnocení a vyvození závěru.....	72
10.1.	Shrnutí a zhodnocení dosažených výsledků.....	72
10.2.	Ekonomické hodnocení.....	73
10.2.1.	Vzorový výpočet doby návratnosti investice pro realizaci zásobníku pro montované součástky	73
10.2.2.	Průměrná doba návratnosti investice na realizaci všech zlepšení.....	74
11.	Závěr.....	75
	SEZNAM LITERATURY.....	77
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	79
	SEZNAM PŘÍLOH.....	81

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

CEZ	Celková efektivita zařízení
CF _{LP}	finanční úspora na jedné lehké přestavbě [Kč]
CF _{LP, rok}	roční finanční úspora na lehkých přestavbách [Kč]
CF _{SP}	finanční úspora na jedné střední přestavbě [Kč]
CF _{SP, rok}	roční finanční úspora na středních přestavbách [Kč]
CF _{TP}	finanční úspora na jedné těžké přestavbě [Kč]
CF _{TP, rok}	roční finanční úspora na těžkých přestavbách [Kč]
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
IN	Investiční náklady (Pořizovací cena) [Kč]
IN _I	Pořizovací cena zásobníku pro montované součástky [Kč]
IPI	Institut průmyslového inženýrství
ISO	International Organization for Standardization
n _{LP, rok}	počet lehkých přestaveb za rok
n _{SP, rok}	počet středních přestaveb za rok
n _{TP, rok}	počet těžkých přestaveb za rok
OEE	Overall Equipment Effectiveness
QMS	Quality Management System
SMED	Single Minute Exchange of Dies
TQM	Total Quality Management
XPPS	integrovaný systém plánování a řízení výroby
φCF	průměrné roční cash flow (celková finanční úspora za rok) [Kč]
φCF _I	průměrná finanční úspora za rok při pořízení zásobníku na mont.s. [Kč]
φt _N	průměrná doba návratnosti investice [let]
φt _{N1}	průměrná doba návratnosti investice pro pořízení zásobníku pro montované součástky [let]

1. Úvod

Většina lidí touží být úspěšná a hledá uznání ve svém okolí. Podobně se o úspěch snaží i podniky, které musí uznat trh. V dnešní době ale stále více roste požadavek vyrábět a poskytovat služby podle individuálních přání zákazníka, avšak za cenu hromadně produkováných výrobků a služeb. Výsledkem je, že podniky, které chtějí prosperovat a dlouhodobě existovat na trzích, musejí vyrábět stále více odlišných výrobků, čímž velmi narůstá variabilita výroby. Na druhé straně musejí dosahovat vysoké úrovně kvality, spolehlivosti v rychlosti i přesnosti dodávek, a to všechno při velmi nízkých nákladech, kterých je běžně dosahováno při hromadné výrobě standardních výrobků. Aby podniky mohly nejen přežít, ale i prosperovat je nutné „odhodit vše přebytečné“. Stejně jako člověk nemůže vyhrát závod, pokud má kila navíc, tak i podnik, zatěžovaný plýtváním, nebude nikdy úspěšným. Proto se moderní firmy zaměřují na zeštíhlení podniku. Štíhlost znamená dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je správně hned na poprvé, dělat je rychleji a utrácet přitom méně peněz. Jde o zvyšování výkonnosti firmy tím, že se s daným počtem lidí a zařízení vyrobí vyšší přidaná hodnota, že se v daném čase vyřídí více objednávek a že se na jednotlivé činnosti spotřebuje méně času [5, 9].

Štíhlá výroba usiluje o zkrácení průběžné doby eliminací plýtvání v řetězci mezi dodavatelem a odběratelem. Pojem plýtvání je ve filozofii štíhlého podniku klíčový. Plýtváním je označováno všechno, co zvyšuje náklady výrobku nebo služby bez toho, aby zvyšovalo jejich hodnotu, kterou udává zákazník. A proto by tyto činnosti měli být odstraněny nebo aspoň maximálně zkráceny. Nejprve však činnosti plýtvání musí být v procesu odhaleny. Pro jejich identifikaci a poté i následnou eliminaci se využívají metody a nástroje průmyslového inženýrství [9].

Jednou z těchto metod je i metoda pro rychlé změny SMED. Touto metodou lze docílit snížení časů, které jsou potřeba k přestavení stroje z jednoho typu výrobku na druhý. SMED nachází využití v podnicích, u nichž výroba vyžaduje časté a časově náročné seřizování strojů. Tak tomu je i ve firmě KAMAX s.r.o., kde je nutno přestavovat stroje velmi často a některé přestavby trvají i několik hodin. Na odstraňování plýtvání při seřizování se zde zaměřují projektový inženýři, kteří se snaží na jednotlivé stroje zavádět právě metodu SMED.

Jednou z dalších forem plýtvání je sledování a kontrolování chodu stroje obsluhou, což nezvyšuje hodnotu výrobku, ale zvyšuje náklady a snižuje produktivitu. K nástrojům pro odstraňování tohoto druhu plýtvání patří soubor opatření nazývaný JIDOKA. Principem JIDOKY je, že stroje jsou vybaveny takovými funkcemi, které umožní při výskytu problému zastavit stroj a dát signalizaci obsluze. Ve firmě KAMAX s.r.o. tyto funkce plní systém kontrolních prvků Brankamp [10].

Firma KAMAX s.r.o. mi nabídla téma pro bakalářskou práci, které se týká odstraňování forem plýtvání ve výrobním procesu. Mým úkolem je provést analýzu současného stavu přetypování stroje na výrobu šroubů a následný návrh doporučených řešení, které by vedly ke zkrácení času nutného pro seřízení. Přestavba probíhá na stroji Nedschroef NB 512 A a je realizovaná dvěma pracovníky. Součástí mé práce je dále analýza stávajícího stavu zajištění jakosti v technologickém procesu a jeho zhodnocení, popřípadě návrh doporučených řešení.

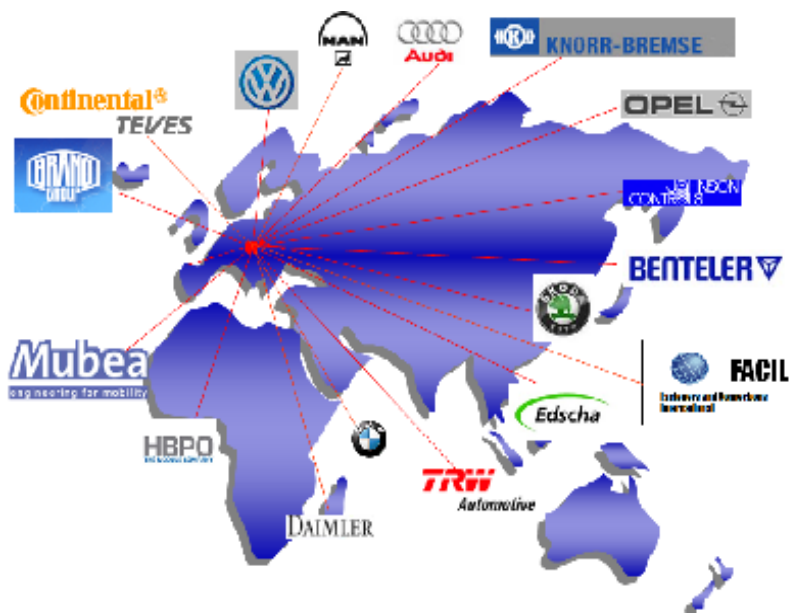
Tato bakalářská práce se dělí na tři základní části. V první část je věnována představení firmy KAMAX s.r.o. a jejím výrobkům. Následně jsou definovány základní pojmy týkající se kvality a jakosti. Dále práce pokračuje bližším seznámením s metodami štíhlé výroby, zejména pak s metodami SMED a JIDOKA. První část uzavírá popis stroje Nedschroef 512. Druhá část je věnována analýze stávajícího stavu přestavby stroje a zajištění jakosti v technologickém procesu výroby. V třetí části je pak uvedeno doporučené řešení a porovnání se současným stavem. Závěr práce je pak věnován zhodnocení dosažených výsledků a jejich ekonomický rozbor.

2. Seznámení s produkty a produkcí Kamax s.r.o.

Společnost KAMAX patří mezi celosvětovou špičku ve výrobě vysokopevnostních spojovacích prvků pro automobilový průmysl. Působí na 12 stanovištích v Evropě, Americe a Asii. Výrobních závody a prodejní společnosti firmy KAMAX, sídlí v Německu, USA, Španělsku, České republice, na Slovensku, v Čínské lidové republice a Japonsku [18].

Historie společnosti KAMAX sahá do roku 1935, kdy inženýr Rudolf Kellermann založil v Osterode am Harz firmu „Rudolf Kellermann továrna na závitové součástky“. Od roku 1973 vede firmu druhá generace rodiny Kellermannů a tím zajišťuje, že KAMAX zůstává nezávislým rodinným podnikem. Společnost roste a dále se rozvíjí. V roce 1992 byl založen již pátý výrobní závod a to v České republice. Z počátku zde bylo zaměstnáno 30 osob, v současné době má Kamax s.r.o. v Turnově již 450 zaměstnanců a roční produkce činí 630 milionů šroubů, což je zhruba 19 000 tun [15,18].

Mezi zákazníky firmy KAMAX patří automobilové společnosti z celého světa. K těm nejznámějším se řadí například AUDI, BMW, Chrysler, Ford, Porsche, Renault, Suzuki, Škoda, VW. Závod v Turnově se zaměřuje na středoevropský trh (Obr. 1) [17].



Obr. 1: Zákazníci výrobního závodu KAMAX s.r.o. v Turnově [17]

Společnost KAMAX dodává vysokopevnostní prvky s rozměry od M6 do M24 a to v délkách od 10 mm do 500 mm. Konečné výrobky se podle požadavků zákazníka pohybují v pevnostních třídách od 8.8 do 12.9, v případě zvláštních požavků je možná výroba ultrapevných šroubů pevnostních tříd až do 16.8 [16].

Dodávaný sortiment společnosti KAMAX se dělí na tři základní typy šroubů a to motorové šrouby, šrouby podvozku a speciální šrouby.

U **motorových šroubů** se klade důraz zejména na vysokou elastickou poddajnost a výraznou plastickou schopnost změny tvaru, aby byla zajištěna potřebná montážní síla předpětí a požadovaná upínací síla v provozu. K motorovým šroubům patří především ojniční šrouby (Obr. 2), šrouby pro seřizování ventilů (Obr. 3) a šrouby víka hlavního ložiska (Obr. 4).

U **šroubů podvozku** sahá nabídka od spojovacích šroubů pro běžné napojování podvozku, až po speciální aplikace jako jsou například nastavení rozchodu a sklonu kol nebo připevnění v oblasti brzdového systému. Mezi šrouby podvozků se řadí například excentrické šrouby (Obr. 5), rýhované kolové čepy (Obr. 6) nebo kulové čepy s dlouhým dříkem (Obr. 7).

Speciální šrouby se realizují při úzké spolupráci specialistů firmy KAMAX a zákazníků, kteří mají přísnější požadavky. Tyto spojovací prvky představují optimální řešení v souvislosti s funkcí a náklady. Vyrábí se například produkty pro izolaci zvuků šířících se hmotou (Obr. 8), ultrapevné šrouby, šrouby pro připevnění pásů (Obr. 9) či šrouby samotvárné [16].



Obr. 2, 3, 4: Ojniční šrouby, Šrouby pro seřízení ventilů, Šrouby víka hlavního ložiska [16]



Obr. 5, 6, 7: Excentrický šroub, Rýhované kolové čepy, Čep s dlouhým dříkem [16]



Obr. 8, 9: Čep s dlouhým dříkem, Šrouby pro připevnění pásů [16]

Projektový inženýři ve firmě KAMAX s.r.o. v Turnově se zaměřují na zkracování seřizovacích časů jednotlivých strojů. V roce 2010 byl odstartován projekt zaměřený na zkrácení času pro přestavení stroje Nedschroef NB 512. Cílem tohoto projektu je zkrácení přestavbových časů, zvýšení produktivity a flexibility výroby na tomto stroji. Do roku 2012 bylo na stroji provedeno již několik opatření na snížení času přestavení. Jednou z těchto změn bylo, že seřízení stroje budou provádět dva pracovníci, na rozdíl od předchozích let, kdy přestavby probíhaly výhradně v jednom. Prováděné operace se tedy rozdělili mezi dvě osoby a tím se zásadně zkrátí čas přetypování. Úkolem této bakalářské práce je zaznamenat jednu z těchto přestaveb prováděné ve dvou a vypracovat na základě tohoto videa analýzu. Následně pak navrhnou doporučená řešení pro další zkrácení času nutného pro seřízení a dosažené výsledky vyhodnotit.

Na stroji Nedschroef NB 512 probíhají tři druhy přestaveb. Na lehkou, střední a těžkou se přestavby dělí podle prvků, které se musí změnit při seřizování z jednoho typu šroubů na druhý. U lehké přestavby se provádí pouze operace nutné k délkové změně šroubu a je proto nejkratší. Při střední se mění jak délka, tak i hlava šroubu. Toto přetypování je zaměřeno především na oblast lisu. Časově nejnáročnější je přestavba těžká. Je nutné seřídit oblast lisu, válcovačky, a většinou i kupy. Mění se délka, hlava i průměr šroubu popřípadě stoupání závitu.

Tato bakalářská práce je zaměřená na tento druh přestavby z důvodu, že těžká přestavba je nejvíce náročná jak z pohledu času i odbornosti obsluhy. Analýza je provedena pro seřízení stroje z typu šroubu M6x20 na typ M8x1x25. Obsluha musí provést seřízení lisu i válcovačky, dochází ke změně délky, hlavy i průměru šroubu a dále i stoupání závitu. Tato přestavba bude brána jako průměrná těžká přestavba a uvedené doporučené řešení budou směřovaná pro všechny probíhající těžké přestavby na tomto stroji.

V dokumentech projektu pro zkracování seřizovacích časů, jsou uvedeny cíle pro průměrné těžké přestavby prováděné jedním pracovníkem. Do roku 2010 byl průměrný čas těžké přestavby 680 minut, v roce 2011 519 minut, v roce 2012 400 minut a pro rok 2013 je cíl těžké přestavby stanoven na 360 minut. Do tohoto času je počítána jak samotná přestavba, tak i kontrola vyrobených šroubů, která navazuje bezprostředně po přetypování a dále i čas zásahu obsluhy po provedení přestavby. V červnu 2012 byl na workshopu stanoven cíl průměrné těžké přestavby pro dva přestavující na 60 minut. Avšak tento čas je stanoven jen pro samotnou přestavbu. Tento čas bude pro tuto bakalářskou práci vzorový. Výsledky doporučených řešení budou tedy srovnávány s cílem stanoveným na 60 minut.

3. Seznámení s pojmy kvalita a jakost

Kvalita a jakost jsou velmi často chápána jako synonyma. Profesor Milan Zelený, přední český ekonom, tyto dva pojmy rozlišuje. Ve své esaji „Kvalita není jakost“ se věnuje definici obou termínů a uvádí, že jakost vyplívá z kvality. Na doporučení vedoucího této bakalářské práce se přikláním k teorii pana profesora Zeleného.

Co je tedy jakost? V současnosti je „jakost“ považována za slovo polysemní. Historický výraz "jakost" je odvozen od slova „jak“ a jde spíše o archaický, částečný synonymum ke slovu „kvalita“. Běžnější je význam sekundární - ve smyslu norem - stupňů „dobroty“. Taková to jakost je předmětem tradičního zbožíznalství. Zaměřuje se jen na výstupy z procesu, na výsledky - hotové výrobky, které jsou třizeny do skupin (tříd) podle kritérií expertů, výrobců či certifikátorů. Každá skupina produktů má nejvyšší i nejnižší jakostní třídy. Existují rozdíly mezi těmito třídami, ale uvnitř tříd se všechny předměty vyznačují stejnými znaky. Jakost není „bezvadnost“, ale klasifikovaná tříděná vadnost. „Jakostní“ znamená „zařazený do určité kategorie“ (viz zboží I. jakosti, II. jakosti, nestandard, atp.). Jablko tedy může být kvalitní i jakostní, ale jde o dvě různé věci. Zatímco kvalitním myslíme dobré, pro zákazníka hodnotné, jakostní znamená, že bylo odborníkem zařazeno do příslušné třídy jakosti. Různé jakostní třídy jsou pak nabízeny za různé ceny. Zákazník nehraje v určování jakosti žádnou roli, může se jen rozhodnout, zda výrobek této jakosti koupí nebo ne. Zákazníka tedy zajímá především kvalita [11,12].

Slovo „kvalita“ je slovem samostatným a má význam hodnotnosti, věc označena za „kvalitní“ je chápána jako „mající vysokou hodnotu“. Kvalita je určující hodnota věci, člověka či jevu. Kvalitu získám, jen pokud ji vyrobím, vytvořím nebo vymyslím, nelze se k ní dopracovat tříděním, kontrolou a klasifikací jako tomu je u jakosti. **Rozdíl mezi kvalitou a jakostí** je tedy patrný. Měřitelná, odstupňovatelná hodnota věci či jevu je kvalita, zatímco její třídění do skupin je jakost [11].

Co je a co není kvalita, posuzuje pouze zákazník. Kvalita je vztah mezi zákazníkem a výrobcem, na rozdíl od jakosti, kdy se jedná o vztah mezi výrobcem a certifikátorem. Vztah mezi zákazníkem a výrobcem by měl být dobře definovaný a podléhat přísným, i když nepsaným, pravidlům [12].

Zjednodušeně tedy můžeme říci, že kvalita je názor zákazníků nebo uživatelů na vlastnosti produktu nebo služby, ale i organizace či systému. Je to míra, o které jsou uživatelé přesvědčeni, že služba nebo produkt splní jejich potřeby a očekávání. Předměty hodnocení kvality můžeme pomyslně rozdělit do tří kategorií. V první se nachází činnosti nebo procesy. Procesem je myšlen soubor vzájemně propojených činností a zdrojů, jejichž účelem je přeměna vstupu na výstup. Do druhé kategorie řadíme výrobky nebo služby, které jsou výsledkem činností a procesů probíhajících v podniku. Třetí kategorií jsou osoby nebo celé organizace (podniky). Aby kvalita uvedených předmětů splňovala nebo dokonce převyšovala požadavky zákazníka, je nutné ji řídit. **Přístupy k řízení kvality** se postupně vyvíjely a v současné době existují tyto čtyři základní:

- technologicky zaměřené přístupy
- normy založené na podnikových standardech
- standardy na bázi norem ISO
- systémy komplexního řízení kvality

Náš pohled na kvalitu a jakost, tak jak jej doporučuje uplatnit vedoucí práce v této BP: „Kvalita je schopnost výrobce zajistit jakost produktů“. Jakost je vždy vztažena k produktu (zboží a službě). Produkt je určený konečnému spotřebiteli na trhu. “

3.1. Technologicky zaměřené přístupy

Tyto přístupy vychází z názoru, že moderní technologie jsou předpokladem dosažení jakosti finální produkce. Spoléhat však na špičkovou výrobu a její technologii lze jen v případě jednoduchých výrobních procesů, které mají navíc zajištěný stabilní odbyt produktu stále jakosti [4].

3.2. Normy založené na podnikových standardech

Většina amerických společností začala v 70. letech minulého století pociťovat akutní potřebu standardizace produkce a tudíž i měření její kvality. Požadavky na měření kvality zaznamenaly firmy do svých interních norem, které tak měly platnost pouze v rámci této firmy nebo odvětví, kam firma patřila. Byl při tom stanoven jednoznačný požadavek, že tyto normy musí dodržovat všichni dodavatelé daných firem. Mezi známé podnikové standardy patří například API pro olejářské produkty, Fordův standard Q101 nebo standardy AQAP výrobků NATO [4].

Je nutné zdůraznit, že podnikové standardy v našem pojetí nejsou zaměřeny jen na kvalitu, ale i na jakost. Dodržovat stanovené standardy (současná nejlepší řešení) je schopností výrobce a zařazujeme je do pojmu kvalita. Dodržovat předepsané znaky produktu řadíme do pojmu jakost. Podnikové standardy mají zajistit jak schopnost výrobce (kvalitu), tak trvalou jakost produktu.

3.3. Standardy na bázi norem ISO

ISO normy jsou v prostředí výrobních organizací nejznámějším standardem pro řízení kvality. Koncepce ISO je ve velké míře direktivním nástrojem, který nutí organizaci a všechny její zaměstnance dodržovat směrnice, postupy a předpisy.

Normy ISO řady 9000 jsou pouze souborem minimálních požadavků na systém kvality organizace. Velký důraz je kladen na dokumentaci systému kvality. Normy ISO 9000 nekompromisně vyžadují, aby všechny činnosti zabezpečování kvality v organizaci byly popsány a pravomoci a zodpovědnosti zaměstnanců byly jasně definovány. Tyto normy nejsou závazné, ale pouze doporučující. Závazné se stávají, pokud se organizace zaváže, například svému odběrateli, že u sebe zavede systém kvality podle jedné z norem ISO řady 9000 (ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003). Tímto se pak norma stává pro organizaci závazným předpisem. Formální uznání systému managementu kvality nezávislým orgánem se nazývá certifikace. Certifikaci provádějí certifikační místa, která musí být akreditována u národního akreditačního orgánu. V naší republice akreditaci provádí Český institut pro akreditaci [13].

Pro podniky, které se rozhodly zavést systémy ekologického (environmentálního) managementu, jsou důležité normy ISO řady 14000. Těmito normami se usiluje o to, aby organizace minimalizovala všechny rušivé vlivy své činnosti na životní prostředí. Neméně důležitá pro podniky je i norma ISO 17799, která je jedna z klíčových norem pro zavádění a certifikaci systémů řízení organizace. Předmětem certifikace je zavedený a dokumentovaný systém bezpečnosti informací v organizaci. Prakticky to znamená, že pokrývá všechny aspekty práce s informacemi prostřednictvím informačních systémů [4].

Všechny tyto a další normy ISO mají především za cíl zvýšit spokojenost zákazníka plněním jeho požadavků.

Firma KAMAX s.r.o. je držitelem certifikátu ISO TS 16949:2009, čímž se zavazuje svým odběratelům, že plní požadavky u v této normy vedené. ISO TS 16949 je nová oborová norma automobilového průmyslu, která sjednocuje celosvětové požadavky na systémy managementu kvality v tomto odvětví. Jejím obsahem je plné znění normy ISO 9001, což je standard pro systém managementu kvality, a dále je doplněna o další požadavky automobilového průmyslu, zejména pak požadavky na zavádění nových výrobků, schvalování výrobků zákazníkem, požadavky na způsobilost procesů a požadavky na neustálé zlepšování [14, 19].

3.4. Systémy komplexního řízení kvality

Tyto systémy se označují zkratkou TQM (Total Quality Management), někdy také QMS (Quality Management System), a patří mezi nejdokonalejší přístupy k řízení kvality. TQM nemá pevně stabilizovanou podobu danou směrodatným předpisem. Obsah a forma TQM nejsou jednoznačně dány, objevují se v nich zkušenosti firem zaměřených na management kvality. TQM lze považovat za určitou praxi ověřenou filozofií řízení kvality. Jedná se o soubor principů, které představují základ podniku a všech jeho činností (procesů) z hlediska uspokojování zákaznických potřeb v současné době i budoucnosti. Tyto principy se uplatňují v různých organizacích a různých zemích v závislosti na jejich sociálních, kulturních, personálních, legislativních, technických a dalších podmínkách [4, 14].

Základní myšlenky TQM lze nalézt u Armanda Feigenbauma a dále je rozvíjeli W. Edwards Deming, Joseph M. Juran a další. Přestože se myšlenka zrodila v 50. letech v USA, nejúrodnější půdu našla posléze v Japonsku. Japonské pojetí TQM pracuje se čtyřmi základními principy (ideami):

- **Kaizen:** - Idea, že je nutné kontinuálně zlepšovat procesy. Přesně je změřit, jasně je popsat a zajistit jejich opakovatelnost.
- **Atarimae Hinshitsu:** - Idea, že věci budou fungovat tak, jak se předpokládá (například že nůž bude řezat).
- **Kansei:** - Idea, že zkoumání, jak zákazník používá produkt, vede ke zlepšení produktu.
- **Miryokuteki Hinshitsu:** - Idea, že věci musí mít estetickou kvalitu (vzhled nástroje musí přinášet jeho uživateli potěšení i ergonomii).

Mezinárodní organizace pro normalizaci definuje TQM takto:

„TQM je manažerský přístup určený pro organizaci, soustředěný na kvalitu, založený na zapojení všech jejích členů a zaměřený na dlouhodobý úspěch dosahovaný prostřednictvím uspokojení zákazníka a prospěšnosti pro všechny členy organizace i pro společnost.“

Z definice je vidět, že filozofie TQM zahrnuje a vzájemně integruje řadu různých dimenzí - marketing, vedení, inovace, strategii i uspokojení zájmových skupin. Dá se říci, Total Quality Management je celostní přístup ke kvalitě podobný přístupu řady ISO 9000 [14].

4. Seznámení s koncepcí a technikami štihlé výroby

4.1. Metodika SMED

4.1.1. Přestavení metodiky

Single Minute Exchange of Dies zkráceně SMED, v překladu „výměna v jedné minutě“, je jednou z mnoha metodik štihlé výroby pro snižování plýtvání ve výrobním procesu. Jak již sám název napovídá, cílem metodiky je zkrátit čas přetypování, tedy čas pro přestavení výrobního procesu z aktuálního produktu na další produkt. Vykonávání těchto činností v kratším čase vede ke zlevnění výroby a zvýšení flexibility procesu [9].

Tato metoda se obvykle používá na pracovištích, které jsou úzkými místy. Tedy všude tam, kde se seřízení vykonává často a časy na seřízení představují významné ztráty z kapacity stroje nebo linky [5].

Dříve než postoupíme k bližšímu seznámení s metodou SMED, je nutné si ujasnit, co je přesně myšleno pojmem „čas seřízení“. Je to čas potřebný od ukončení výroby posledního kusu předcházející dávky až po výrobu prvního dobrého kusu dávky následující. Během této doby se provádí odstranění starého nářadí a přípravků, nastavení nového nářadí, nastavení a doladění parametrů procesu, zkušební spuštění a kontrola prvního kusu (Obr. 10) [5, 7].



Obr. 10: Definice času pro seřizování [5]

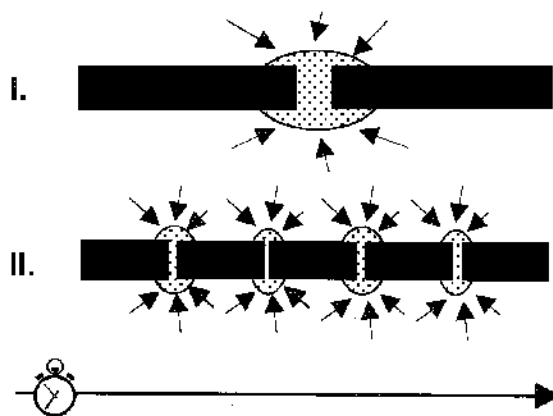
Sled nutných činností při seřizování závisí na typu operace a typu zařízení. Obecně však je možné říct, že se seřizování skládá z následujících **čtyřech kroků**:

- příprava a kontrola nástrojů a materiálu (30 % času)
- montáž a výměna nástrojů a přípravků (5 % času)
- vlastní seřízení rozměrů a polohy nástrojů (15 % času)
- odzkoušení a následné úpravy (50 % času)[5]

4.1.2. Tradiční přístup ke změnám

Metoda SMED není jediný přístup ke změnám ve výrobních procesech. Pro snížení nákladů a efektivnějšího využití kapacity stroje existují dvě možnosti (Obr. 11) [1].

- prodlužovat dobu beze změny
- zkrátit dobu změny



Obr. 11: Znázornění dvou přístupů ke změnám [1]

První možnost doporučil ve svém díle už Adam Smith. Doporučil minimalizovat ztráty, vzniklé v důsledku výměn a seřizování, pomocí větších výrobních dávek. Tento přístup je označován jako tradiční [1].

Tradiční přístup ke změnám a seřizování je postaven na těchto předpokladech:

- seřizování je bráno jako nutné zlo
- postupy seřizování nejsou standardizovány
- doba seřizování se důsledně neměří a nevyhodnocuje
- seřizovat může jen pracovník s dostatečně dlouhou praxí
- druhá směna není spokojená se seřizováním na první směně [1, 7]

Pro mnoho podniků znamená realizace procesu seřízení v tradičním pojetí zastavení chodu stroje během všech **čtyř kroků** (viz. str. 17). To vede ke zvýšení výrobních nákladů, nízké vytíženosti strojního zařízení a ušlému zisku. V dnešním konkurenčním prostředí pro toto tradiční pojetí v takové míře není místo [1].

4.1.3. Plýtvání při seřizování

Kromě zmíněných chyb, které jsou způsobeny tradičním přístupem ke změnám, je důvodem dlouhého přetypování častokrát i plýtvání časem. Ve většině případů se už první hrubou analýzou odhalí, jak mnoho se při seřizování plýtvá.

Mezi nejčastější formy plýtvání patří:

- příprava nástrojů při seřizování
- hledání a zbytečná chůze pro díly či nářadí
- dlouhé čekání na uvolnění do výroby
- opravy nářadí během přestavby
- pozorování práce druhého pracovníka
- nedostatečná komunikace
- zbytečné úkony způsobené nedostatečnou přípravou
- příprava prostoru během seřizování atd.

Vedle tohoto zjevného plýtvání existuje i plýtvání skryté jako například utahování šroubů či nastavování pracovních výšek. Utříděním a rozdělením všech forem plýtvání při seřizování vzniknou tyto **čtyři skupiny, které zachycují všechny významné druhy zjevného i skrytého plýtvání:**

- Plýtvání při přípravě na změnu
- Plýtvání při montáži a demontáži
- Plýtvání při seřizování, nastavování polohy a zkouškách
- Plýtvání při čekání na zahájení výroby [7]

Všechny tyto formy plýtvání je možné minimalizovat nebo dokonce odstranit. Druhy zjevného plýtvání lze eliminovat vyhotovením detailních standardů přípravy i přestavby a tréninky seřízení. Plýtvání skryté je možné zásadně ovlivnit úpravou stroje nebo použitím speciálního nářadí a přípravků.

4.1.4. Změna přístupu ke změnám

4.1.4.1. Metoda SMED

Počátky nového přístupu k seřizování lze položit do roku 1950, kdy jeden z otců proslulého výrobního systému Toyota a významný průmyslový inženýr Shigeo Shingo řešil problematiku odstranění úzkého místa ve výrobním systému jednoho závodu firmy Mazda. Optimalizace tohoto procesu vedla Shinga k formulaci základní myšlenky pozdější metodiky SMED. Další vývoj metody trval Shingovi přes devatenáct let a představoval hloubkovou analýzu praktických i teoretických aspektů zlepšování procesu změny a využití mnoha zkušeností z praxe [1].

4.1.4.2. Nový přístup ke změnám

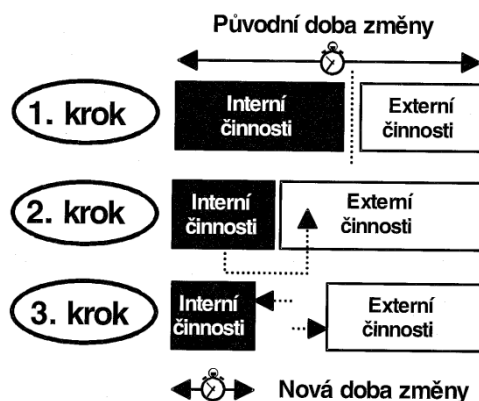
- seřizování není bráno jako nutné zlo
- seřizování se provádí jednoduše a rychleji pomocí speciálních prostředků
- seřizování se provádí vždy stejně podle standardizovaného postupu
- každý výsledek seřizování je stejný
- doba seřizování se měří a vyhodnocuje [1]

4.1.4.3. Koncepce metody SMED

Základní myšlenkou metodiky SMED je rozdělení činností prováděných při změně na externí a interní. Externími operacemi jsou myšleny všechny činnosti, které mohou být provedeny za chodu stroje a jimiž není výrobní proces omezen. Zatímco interní operace probíhají pouze v případě, že je stroj zastaven. K častým externím činnostem patří například příprava nástrojů a přípravků a jejich přesun na pracoviště, doprava materiálu ze skladu nebo vypisování dokumentů. Za interní operace považujeme vlastní seřizování stroje nebo montáž nových nástrojů.

Koncepce metody SMED je postavena na třech následujících krocích (Obr. 12):

1. oddělení operací externího a interního seřizování
2. konverze interního seřizování na externí
3. zlepšování jednotlivých činností v rámci externího a interního seřizování [1]

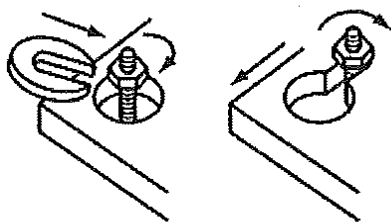


Obr. 12: Tři kroky SMED [1]

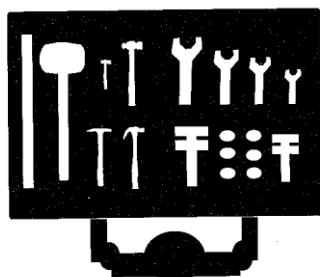
Krok 1.: Rozdělení operací na ty, které musí být vykonány jen při zastaveném zařízení (interní operace) a ty, které je možno vykonat během provozu zařízení (externí operace). Je zřejmé, že přípravu nástrojů a jejich údržbu je možná provádět i za chodu stroje. Nicméně je zajímavé, jak často se to děje právě naopak. Shingeo Shingo uvádí, že provedeme-li analýzu, kolik dílčích interních operací je možné vykonávat jako externí, spotřeba času interního seřizování může být zkrácena o 30 až 50 %.

Krok 2.: Redukce interního času seřízení tak, že se stále více práce bude vykonávat externě. Tím je myšleno například předem vykonané nastavení rozměrů a polohy, zjednodušení upevnění či použití speciálních přípravků.

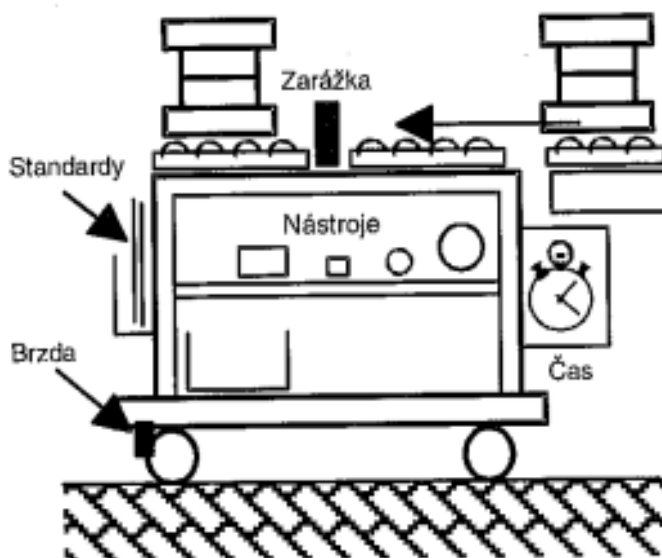
Krok 3.: Zlepšování a redukce obou kategorií seřízení. Klíčem k řešení tohoto problému je hlavně organizace pracoviště a ostatních činností v dílně, eliminace zdoluhavého nastavování rozměrů a polohy, které zabírá značný čas při všech třech typech přetypování a systematické odstraňování všech forem plýtvání [5].



Obr. 13: Rychloupínací prvky [5]



Obr. 14: Kontrolní panel [1]



Obr. 15: Pojízdný vozík [1]

V případě externích operací se zaměřujeme většinou na procesy přípravy a transportu nástrojů, v případě interních operací na rychlejší způsoby upevňování dílů (Obr. 13) a zkracování doby přímého seřizování stroje. Pro lepší zvládnutí přípravných operací se používají speciální prostředky, jako jsou pojízdné stolky, zásobníky a kontrolní panely. Tyto pomocné prvky (Obr. 14 a 15) zajišťují vizuální kontrolu a lepší orientaci v nástrojích a součástkách.

4.1.4.4. Výhody metody SMED

Metoda byla aplikována samotným tvůrcem i jeho následovníky v celé řadě průmyslových podniků. Je zřejmé, že nejvýznamnější přínos je zkrácení času seřizování. Optimalizovaná přestavba trvá v průměru o 30% méně času, než bylo nutné k přetypování před aplikací metody. Další výhody plynoucí z takového zvýšení produktivity a snížení nákladů jsou potom jednoznačné [1, 7]:

- zvýšení míry vytížení strojního zařízení
- snížení průměrné doby výroby
- zvýšení bezpečnosti práce
- snížení pracnosti seřízení
- nižší zásoby náhradních dílů a příslušenství
- eliminace chyb při seřízení a zvýšení jakosti
- standardizace procesu seřízení [1, 7]

4.1.4.5. Nástroje využívané při aplikaci metody SMED

K rozdělení činností do kategorií externích a interních operací, organizaci činností a dále k odhalování všech druhů plýtvání se využívá různých nástrojů např.:

- videozáznam
- jízdní řád
- spaghetti diagram
- počítačová simulace
- FMEA v procesu (analýza výrobního a montážního procesu)
- 5S (organizace pracovního prostředí)
- POKA - JOKE (zabraňování pochybení)

4.1.5. Koncepce rychlých změn

V polovině 90. let se objevuje systém s ještě agresivnějšími cíly, takzvaná „koncepce nulových změn“. Tento program je založen na zdůraznění skutečnosti, že změny jako takové nepřidávají výrobku žádnou hodnotu a musí být proto chápány jako plýtvání. Protože plýtvání je něco, co se snažíme eliminovat, musí být i v rámci programu nalezeny cesty, jak dobu změn zkracovat.

Pro odstraňování plýtvání využíváme následující „desatero IPI“ pro rychlé změny [1] :

1. Seřizování je plýtvání.
2. Nikdy neříkej „je to nemožné“.
3. Zkrácení času seřizování je práce týmu.
4. Analýza přímo na pracovišti a videozáznam jsou nejlepší argumenty.
5. Pro popis postupu seřízení používej standardní „jízdní řád“
6. Standardizuj proces seřízení.
7. Při výměně se pohybují ruce ne nohy.
8. Šrouby jsou nepřátelé - otočení každého závitu stojí čas - využij rychloupínací prvky.
9. Nastavování polohy „podle oka“ je třeba nahradit značkami, stupnicemi a dorazy.
10. Bez měřeného tréninku se žádný závod nevyhraje.

4.2. Systém JIDOKA

4.2.1. Představení konceptu JIDOKA

Vady a defekty jsou považovány za nejhorší formu plýtvání, protože energie, která musí být vynaložena na jejich opravu, nepřináší žádnou přidanou hodnotu. Proto Toyota vyvinula koncept JIDOKA, který je zaměřený na autonomnost (nezávislost) pracoviště. Slovo JIDOKA je speciálně vytvořené pro popis vlastností výrobního procesu, kdy jsou stroje navrženy tak, aby se automaticky zastavily, kdykoliv je vyroben vadný díl. Víze firem, které mají ve výrobním procesu zabudovaný systém JIDOKA, zní: „*vyrábět kvalitu, ne kontrolovat*“ [3].

4.2.2. Historie JIDOKY

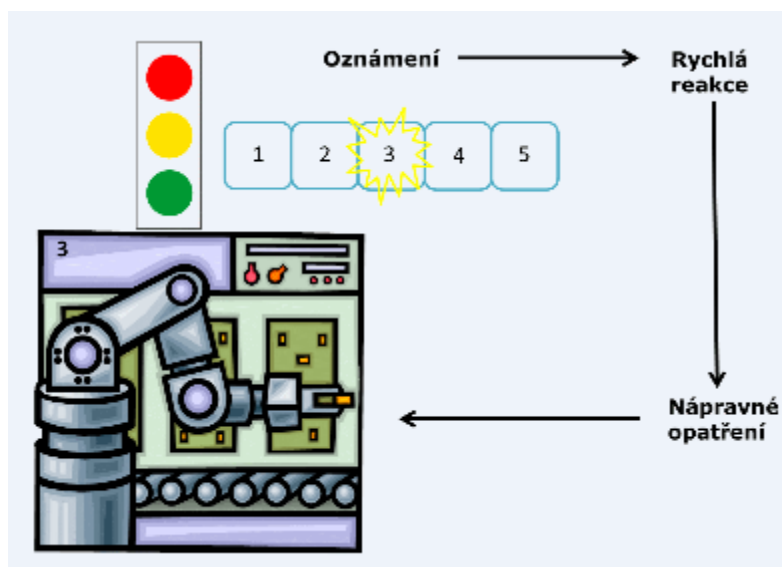
Počátek JIDOKY sahá do poloviny 20. století. Vše začíná Sakichim Toyodou, vřemělem a vynálezcem, ne nepodobným Henrymu Fordovi. Toyoda vyráběl ruční tkalcovské stavy, které byly levnější a fungovaly lépe než dosud používané stroje. Vadilo mu však, že práce na nich je velmi těžká a tak se pustil do vývoje tkalcovského stroje na parní pohon. Vlastnoručně, metodou pokusů a omylů se snažil dosáhnout toho, aby věc fungovala. Výsledkem Toyodova nekonečného pokusnictví a vynalézavosti byl tkalcovský stav na mechanický pohon. A protože chtěl docílit, aby tento tkalcovský stav byl ještě dokonalejší, jeho dalším vynálezem byl mechanismus, který tkalcovský stav automaticky zastavil v okamžiku, kdy se přetrhlo vlákno. Tento vynález byl dále vyvíjen až do podoby širšího systému JIDOKA, jenž se stal jedním ze dvou pilířů Toyota Production System [2].

4.2.3. Princip systému JIDOKA

JIDOKA vychází z faktu, že sledování chodu stroje obsluhou výrobku nepřidává žádnou hodnotu, ale zvyšuje náklady a snižuje produktivitu. Princip JIDOKY je v tom, že stroje jsou vybaveny takovými funkcemi, které umožní, že obsluha nemusí kontrolovat pasivně chod stroje. Těmito funkcemi se rozumí to, že je stroj schopen sám zastavit svůj chod při výskytu problému a dát signál, který je pro obsluhu jakýmsi startovním výstřelem pro jeho vyřešení.

Pod označení JIDOKA tedy rozumíme opatření, které činí stroj schopný rozhodovat o průběhu operace. Mezi technická řešení, která se velmi často využívají, patří např. instalace dotykových spínačů pro rozpoznání chybějícího materiálu, počítadla pro odpočítávání dávek apod. [8, 10].

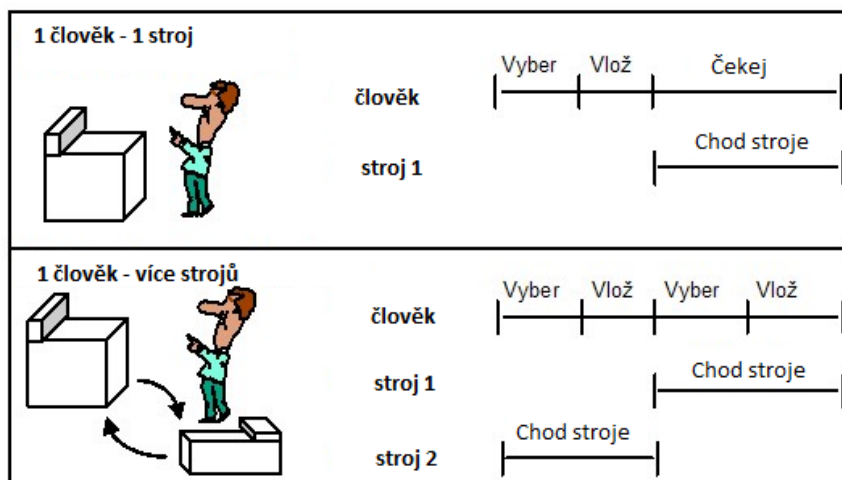
Princip celého konceptu je zjednodušeně znázorněn na obrázku 16. Jakmile technický prvek zachytí a identifikuje problém, zastaví chod strojního zařízení a ohlásí závadu příslušnou signalizací. Obsluha na hlášení chyby reaguje nápravným opatřením.



Obr. 16: Funkce JIDOKA [10]

4.2.4. Výhody zavedení systému JIDOKA

Výhod, které JIDOKA přináší je hned několik. Jeden z hlavních přínosů je úspora nákladů způsobené nepřetržitým sledováním procesu obsluhou a výpadky, způsobené opravami defektů a vad. K dalším výhodou patří oddělení lidské a strojní práce a umožnění obsluhy více strojů jedním pracovníkem (Obr. 17).



Obr. 17: Efektivní obsluha strojů [8]

5. Popis a technické parametry lisu Nedschroef NB 512

5.1. Popis stroje

Lis **Nedschroef NB 512** je strojní zařízení, jež je schopno vyrábět dodávaného polotovaru hotové šrouby, které odpovídají výrobní dokumentaci. Můžeme říci, že toto zařízení se skládá ze čtyřech následujících částí:

- oblast rovnání a podávání
- oblast lisu
- oblast kupy
- oblast válcovačky

Pro bližší seznámení se zařízením si popíšeme celý výrobní proces postupně tak, jak na sebe jednotlivé technologie navazují.

První část stroje, se kterou polotovar přichází do kontaktu, je rovnání. Oblast rovnání není pevnou součástí stroje a nachází mezi strojem a cívkou, na které je namotán polotovar ve tvaru drátu. Konec drátu je zaveden mezi dvě soustavy rovnacích rolen, kde je drát rovnán jak ve vodorovném tak i ve svislém směru. Dále je drát veden do pravého křídla stroje, kde se nachází podávací zařízení. To se skládá s pevného a pohyblivého páru podávacích prizmat, které si předávají polotovar a plynule ho vedou do oblasti lisu.

Do lisovací oblasti stroje polotovar vchází skrz střižnou matici a střižné oko, kde je stříhán na požadovanou délku. Odtud je ústřížek pomocí transportních prstů dopravován mezi bloky jednotlivých lisovacích stupňů, kde je následně lisován za studena. Proces lisování je realizován v několika lisovacích stupních (konstrukce stroje umožňuje až 5) a vede k finálnímu tvarování hlavy a dřívku šroubu. Vylisované kusy vedeny dopravníkem do oblasti kupy.

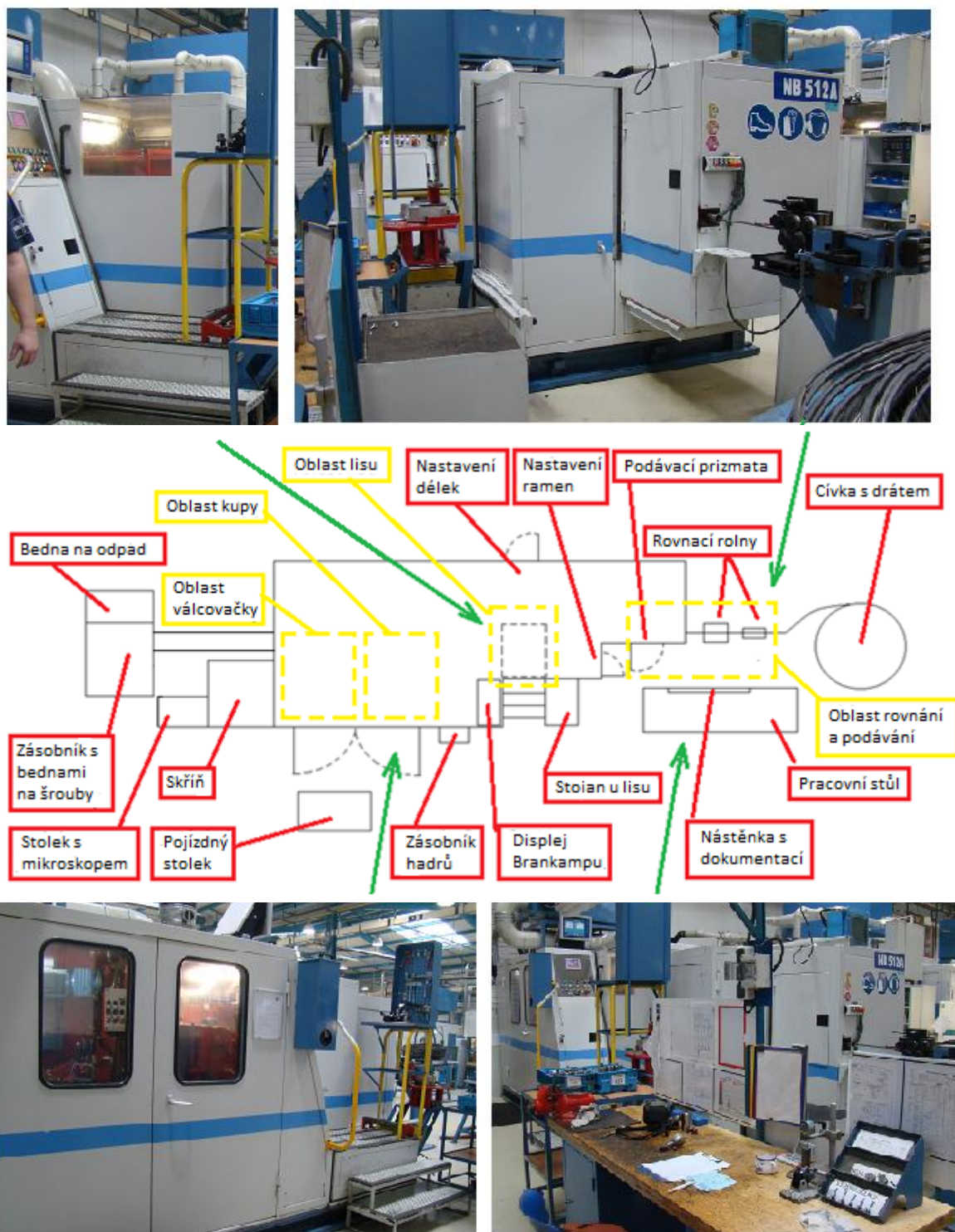
Hrotící stanice neboli kupa slouží k obrábění sražení na konci dřívku pomocí dvou břitových destiček ze slinutých karbidů. Ne vždy se tato stanice využívá. Při výrobě některých typů šroubů je toto sražení lisováno a kupa tedy není potřeba. V tom případě výlisky kupou pouze procházejí a k žádnému obrábění již nedochází.

Od kupy jsou výlisky transportovány pomocí dopravních cest **do oblasti válcovačky**. Zde je pomocí dvou rýhovaných čelistí za studena válcován závit. Hotový šroub je odtud dopravován až do zásobníku vlevo od stroje.

Uspořádání pracoviště a rozčlenění stroje naleznete na mikrolayoutu a fotografiích (Obr. 18).

5.2. Technické parametry stroje

Jedná se o stroj vyrobený v roce 2007 s výkonem 48 kW a lisovací silou 800 kN. Jeho konstrukce umožňuje realizovat technologii lisování až v pěti lisovacích stupních a je možné vyrábět šrouby v rozmezí M5 až M10. Maximální takt stroje je 240 vyrobených kusů za minutu [20].



Obr. 18: Pracoviště stroje Nedschroef NB 512 [21]

6. Analýza stávajícího stavu přetypování stroje

6.1. Obecné rozčlenění činností při přestavbě ve dvou

Pro přehlednost celého procesu přestavby je uveden stručný přehled prováděných činností. Přestavba se skládá ze čtyř základních fází a to jsou:

- **přestavba prováděná prvním přestavujícím**
- **přestavba prováděná druhým přestavujícím**
- **typování**
- **podmínečné uvolnění**

A dále se dělí:

- **přestavba prováděná prvním přestavujícím:**

- přestavba kupy
- přestavba válcovačky
- nastavení dopravních cest

- **přestavba prováděná druhým přestavujícím:**

- přestavba lisu a stříhu
- nastavení délek a ramen
- výměna pod. prizmat a zavedení drátu

- **typování (prováděné druhým přestavujícím):**

- časování transportu
- seřízení lisu
- seřízení válcovačky
- seřízení dopravních cest
- kontrola šroubů přestavujícím

- **podmínečné uvolnění:**

- konečná kontrola dávky šroubů

Přestavbu prováděnou prvním pracovníkem můžeme zkráceně nazývat „Přestavbou kupy a válcovačky“ a podobně tak i přestavbu prováděná druhým přestavujícím „Přestavbou lisu“.

6.2. Rozbor činností při přestavbě ve dvou

Než přistoupíme k samotné analýze, seznámíme se s umístěním nářadí a pomůcek na pracovišti, které pracovníci při přestavbě používají. Pro pomůcky, nářadí a měřidla je pět odkládacích míst:

- | | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| - pracovní stůl | - odkládací rampa nad válcovačkou |
| - stojan u lisu | - pojízdný stolek |
| - stolek u válcovačky | |

Na pracovním stole v přední části pracoviště je mikrometr, číselníkový úchylkoměr a výrobní dokumentace. U lisovací oblasti se nachází stojan, na kterém jsou zásobníky pro nástroje lisu (matrice a razníky s příslušenstvím), měřicí stojánek a panel s příslušným nářadím. Pojízdný stůl, který je přechodně umístěn u prostoru kupy a válcovačky, slouží jako odkládací plocha pro nástroje a nářadí potřebné k přestavbě kupy a válcovačky. Nad válcovačkou je dále rampa na odkládání demontovaných součástek a na dveřích panel pro potřebné nářadí. Vedle válcovačky je dále stůl s mikroskopem a sítím a kbelíkem s vodou. Čisté hadříky, které obsluha potřebuje na čištění stroje, jsou připravené v zásobníku mezi lisovací kupicí částí.

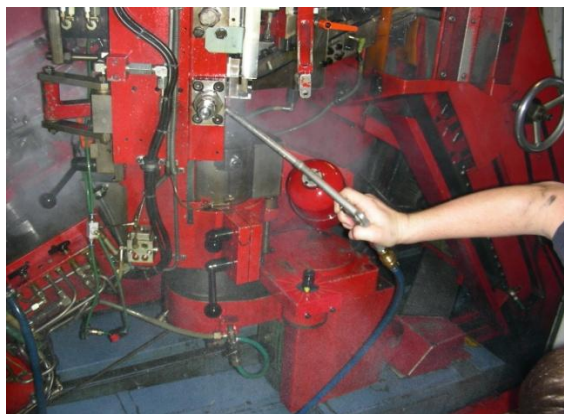
6.2.1. Rozbor činností prováděných prvním přestavujícím – přestavba oblasti kupy a válcovačky

Operace 1.: Mytí prostoru kupy a válcovačky

Očištění oblasti kupy a válcovačky od oleje pomocí odmašťovacího „rozprašovače“ nazývaného fixírka. Fixírkou (Obr.19) se ručně nanáší kapalina s nulovou viskozitou stříkáním na čistěnou oblast tak, jak je zaznamenáno na obrázku 20. Proud kapaliny je vyvolán přívodem tlaku centrálního vzduchového rozvodu do nádoby. Fixírka už je předem naplněná a připravená v držáku vedle kupy tak, aby byla na dosah.



Obr. 19: Fixírka [21]



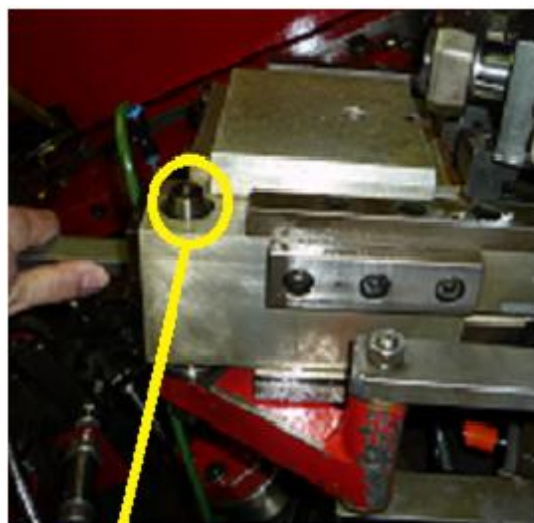
Obr. 20: Mytí prostoru kupy [21]

Operace 2.: Odjištění kazety kupy a její výměna

Stávající kazeta kupy se musí odjistit a vyjmout. Nová kazeta je seřízená již před přestavbou a je připravená v dolní části pojízdného stolku. Stůl je připraven u pracovního stolu.

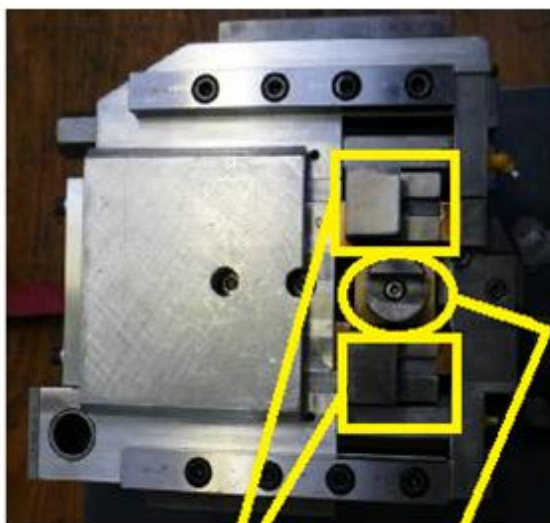
1. Přesun pojízdného stolku k oblasti kupy
2. Vyjmutí zařízení na podávání šroubů do kupy.
3. Nastavení kupy z dolní pozice na úroveň horní pomocí ovládacího panelu. Bez tohoto úkonu by byla kazeta sevřena a nebylo by jí možné vyjmout.
4. Vyresetování stroje (vymazání hlášek).
5. Vyjmutí stávající kazety.
6. Demontáž držáků prstů a vrchního přitlaku kupy (Obr. 22).
7. Odpojení tlakové hadice na pohánění a správné polohování šroubů.
8. Přemístění stávající kazety na vozík.
9. Odebrání nové kazety z vozíku a předběžné usazení na trn (Obr. 21).

Zkrácení času této operace docílíme použitím *zásobníku, který bude umístěn na pojízdném stolku a přesunu tohoto stolku k prostoru kupy v externím čase.*



Trn pro usazení kazety

Obr. 21: Usazení kazety [21]



Držák s prsty

Přítlak na hlavu šroubu

Obr. 22: Kazeta kupy [21]

Operace 3.: Demontáž víčka kupy a jeho výměna

Víčko (Obr. 23) slouží pro navedení šroubu do kupy a zároveň je využito jako vedení při soustružení. Bez víčka by došlo k rozkmitání šroubu a byla by zásadně ovlivněna životnost plátků.

Při výrobě šroubu M8, na který je stroj přestavován, slouží kupa jen jako dopravní cesta. Šroub se kupí už při lisování, proto již není v kupě soustružen (ostřen). A právě z důvodu toho, že se nekupí, se montuje víčko, které slouží jako ucpávka.

1. Demontáž stávajícího víčka s držákem a jeho odložení na vozík.
2. Očištění vnitřního prostoru kupy hadříkem a odmaštění fixírkou.
3. Montáž ucpávky přichystané na vozíku.
4. Zajištění šroubem a utahnutí klíčem.

Zkrácení času této operace docílíme *značením nářadí a šroubů, úpravou konstrukce držáku víčka a využitím zásobníku umístěného na pojízdném stolku.*



Víčko kupy

Obr. 23: Výměna víčka kupy [21]

Operace 4.: Zajištění kazety kupy

1. Posunutí kupy do pracovní polohy.
2. Zajištění tlačítkem na ovládacím panelu.

Operace 5.: Demontáž dopravních cest do válcovačky

Pření a zadní dopravní cesta (Obr. 26 a 27) slouží ke správnému navedení šroubu do prostoru mezi válcovací čelisti. Horní dopravní cesta (Obr. 24) slouží k přitlačení šroubů ze shora, aby seděly dosedací plochou na dopravní cestě. Zamezuje tak povystrčení nebo naklonění šroubu při vstupu mezi válcovací čelisti.

1. Povolení zajišťovacích šroubů pomocí imbusového klíče.
2. Odklopení horní dopravní cesty
3. Demontáž stávajícího vodícího pravítka (Obr. 25) pro navedení šroubů do válcovačky.
4. Povolení šroubů a demontáž přední a zadní dopravní cesty.

Pracovník zajišťující šrouby odkládá a třídí na rampu nad válcovačkou. Snaží se je oddělit, aby nedošlo k jejich promíchání nebo ztracení. Pro zkrácení času této operace a ulehčení práce se tříděním navrhuje použití *zásobníku pro demontované součástky* uloženého na rampě a *malého zásobníku*, který bude za tuto rampu uchycen.



Obr. 24: Horní dopravní cesta [21]



Obr. 25: Vodící pravítka [21]



Obr. 26: Přední dopravní cesta [21]



Obr. 27: Zadní dopravní cesta [21]

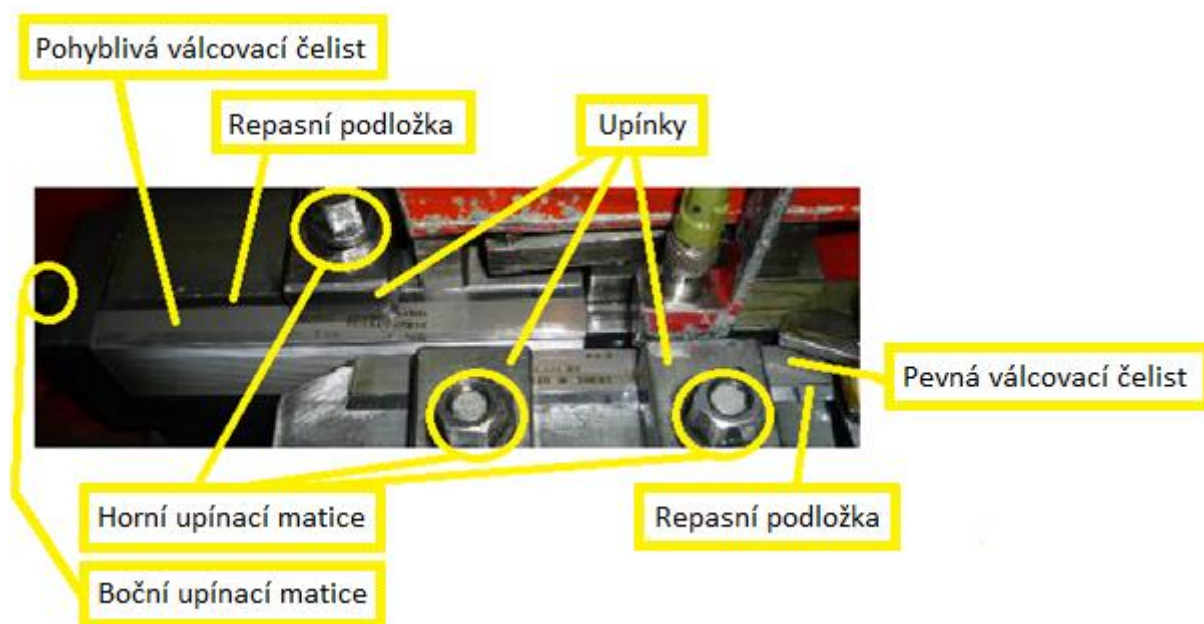
Operace 6.: Demontáž válcovacích čelistí

Válcovací čelisti jsou nástroje pro tváření závitů šroubů za studena. Jde o dvě desky obdélníkového průřezu, které mají na jedné z delších stran negativ stoupání šroubu. Rozlišujeme válcovací čelist pevnou a pohyblivou (Obr. 28).

Pro dosažení přesné polohy válcovacích čelistí se využívají dva druhy podložek. Pro usazení ve svislém směru se používají výškové podložky. Tyto podložky vymezují prostor mezi nepohyblivým uložením stroje a čelistmi. Z důvodu opotřebování se dále používají takzvané repasní podložky, které kompenzují (dorovnávají) materiálový úbytek repasovaných čelistí.

1. Zvednutí hlídání špatného nabití do válcovačky a hlídání velikosti Lg.
2. Povolení upínacích matic, vytažení upínek a jejich odložení na rampu.
3. Vyjmutí pevné válcovací čelisti a dvou repasních podložek.
4. Odložení podložek na rampu a čelisti na vozík.
5. Změna polohy pohyblivé válcovací čelisti pomocí ovládacího panelu.
6. Povolení boční a horní upínací matice, vytažení upínky a odložení na rampu.
7. Vyjmutí pohyblivé válcovací čelisti a dvou repasních podložek.
8. Odložení podložek na rampu a čelisti na vozík.
9. Demontáž výškových podložek a jejich odložení na rampu.

Pro zkrácení času této operace a ulehčení práce se tříděním navrhuji použití *zásobníku pro demontované součástky*, který bude umístěn na rampě a *malého zásobníku* uchyceného za tuto rampu.



Obr. 28: Zobrazení oblasti válcovačky [21]

Operace 7.: Mytí uložení válcovacích čelistí

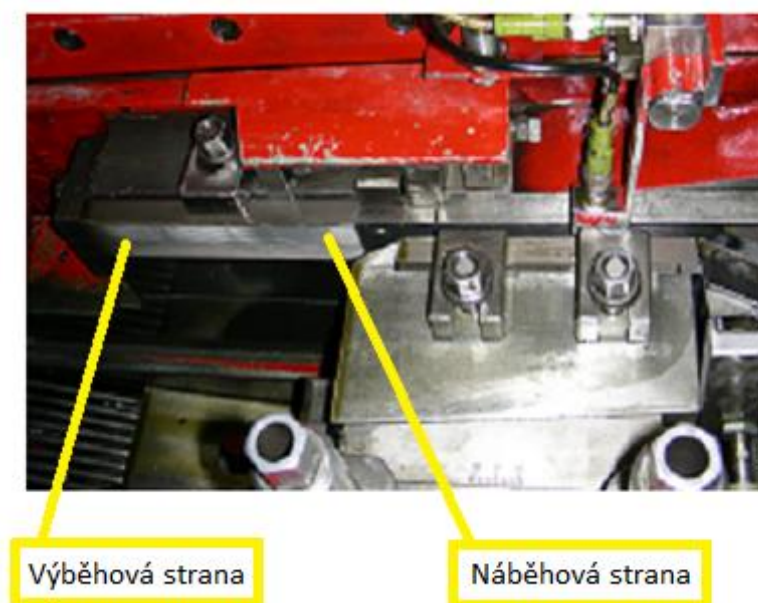
1. Odmaštění prostoru válcovačky fixírkou.
2. Osušení prostoru válcovačky hadříkem.

Operace 8.: Montáž válcovacích čelistí

Při montáži musí pracovník poznat nejen která čelist je pohyblivá a která pevná, ale také která z hran čelistí je náběhová. Pokud by došlo k přetočení čelisti a tedy montáži čelisti náběhovou hranou na výběhovou stranu, vyrobený kus by byl vadný (Obr. 29).

1. Vložení připravených výškových a repasních podložek.
2. Rozlišení náběhové hrany pomocí posuvného měřítka.
3. Otření a vložení pevné válcovací čelisti do stroje.
4. Přiložení horních upínek a zajištění pomocí upínacích matic.
5. Rozlišení náběhové hrany pomocí posuvného měřítka.
6. Otření a vložení pohyblivé válcovací čelisti do stroje.
7. Přiložení horní upínky a zajištění horní a boční upínací matice.

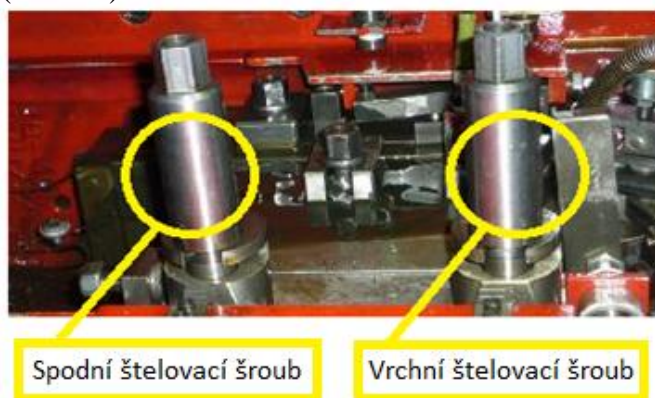
Zkrácení času této operace docílíme označením *náběhu a výběhu válcovacích čelistí*, a dále použitím *zásobníku pro montované součástky* umístěného na rampě a *malého zásobníku* uchyceného za rampu.



Obr. 29: Náběhová a výběhová strana válcovacích čelistí [21]

Operace 9.: Nastavení přítlaku válcovacích čelistí

Klíny (Obr. 30) slouží k nastavení úhlu svírání čelistí na vstupu (náběhu) a výstupu (výběhu). Tento úhel se nastavuje jen u pevné válcovací čelisti. Pokud by byl náběh nebo výběh špatně nastaven, mohou vznikat převalky. Pro hrubé nastavení se pracovník řídí tabulkou hodnot (Obr. 31).



TABULKA PŘÍTLAKU PAKEN NB 512		
PAKNY	ŠTELOVACÍ ŠROUB	
	Vrchní	Spodní
M6 x 1 ORIG.	38mm	38mm
M6 x 1 REPAS	39,6mm	39,4mm
M8 x 1 ORIG.	51,8mm	51,8mm
M8 x 1 REPAS	52,8mm	52,8mm
M6 x 1,25 ORIG.+REPAS	49,5mm	49,5mm
1394 PRŮJEZD	62mm	62mm

Obr. 30, 31: Štelovací šrouby pro nastavení přítlaku, Tabulka nastavovaných hodnot [21]

1. Nastavení přitlaku pomocí klínů. Otáčení štelovacích šroubů s ryskami se klíny k čelisti buď přisunují nebo odsunují.
2. Kontrola nastavených hodnot posuvným měřítkem.

Operace 10.: Montáž dopravních cest před válcovačkou

Jde o montáž přední dopravní cesty a vodícího pravítka (Obr. 32). Zadní cesta se prozatím jen položí na své místo. Zajistí se až po nastavení dopravních cest za kupou.

1. Otření připravené přední dopravní cesty a vodícího pravítka.
2. Očištění prostoru válcovačky fixírkou.
3. Montáž vodícího pravítka a zajištění šrouby, které si odložil při demontáži na rampu.
4. Umístění zadní dopravní cesty na své místo.

Zkrácení času této operace docílíme použitím *zásobníku pro montované součástky* umístěného na rampě a *malého zásobníku* uchyceného za tuto rampu.



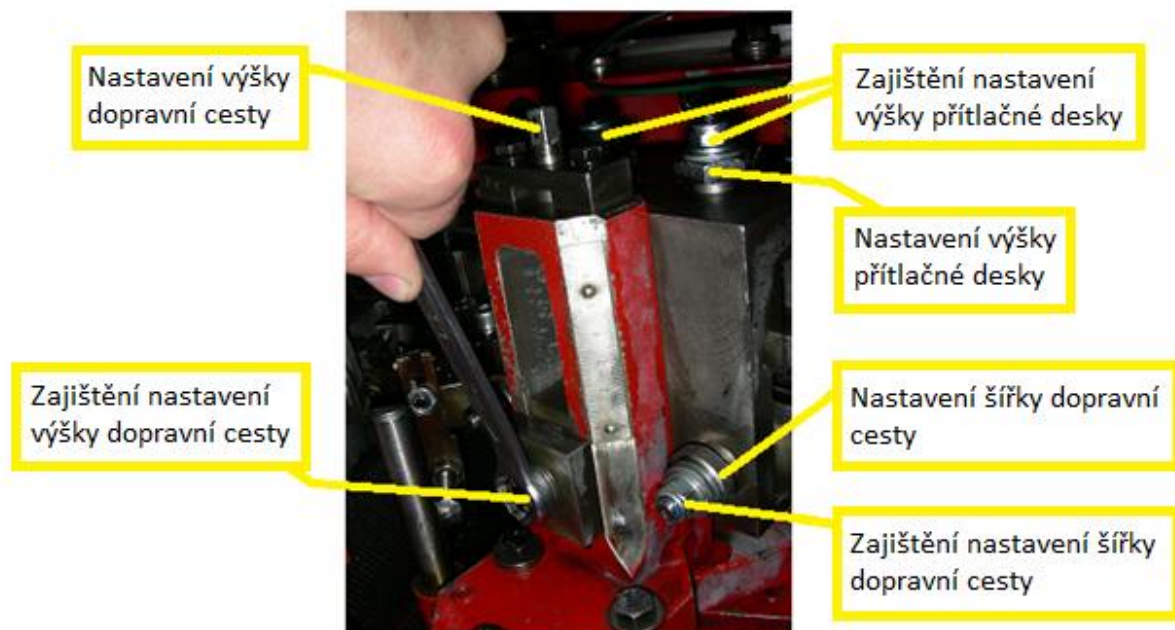
Obr. 32: Montáž dopravních cest před válcovačkou [21]

Operace 11.: Nastavení dopravní cesty za kupou

Při nastavování dopravní y za kupou (Obr. 33) a zadní dopravní cesty před válcovačkou se používá šroub, který pracovník nechává volně klouzat po dopravní cestě. Pokud šroub neprochází plynule a ve správné poloze musí se zmíněné dopravní cesty přenastavit.

1. Povolení zajištění výškového nastavení dopravní cesty.
2. Nastavení výšky dopravní cesty.
3. Zajištění nastavení výšky pomocí zajišťovacího šroubu.
4. Vložení šroubu do dopravních cest a zajištění polohy vložení drátku.
5. Povolení zajištění nastavení šířky dopravních cest.

6. Otáčením šroubů nastavit šířku dopravních cest, tak aby se šroub v dopravní cestách mohl pohybovat s minimální vůlí ale samovolně.
7. Povolení zajištění pro nastavení přítlačné desky.
8. Otáčením seřizovacích šroubů nastavit výšku přítlačné desky tak, aby šroub procházel s minimální vůlí mezi hlavou a cestou, ale samovolně.



Obr. 33: Nastavení dopravní cesty za kupou [21]

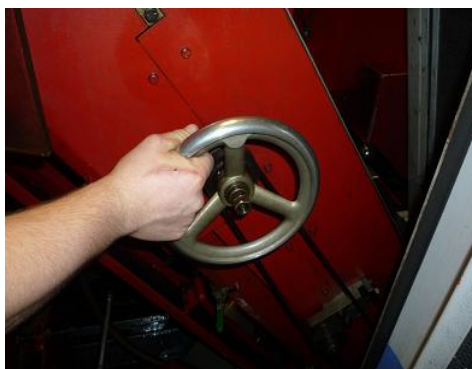
Operace 12.: Dopasování zadní dopravní cesty

1. Donastavení šířky dopravní cesty a výšky přítlačné desky.
2. Zajištění nastavení šířky dopravních cest a výšky přítlačné desky.
3. Dopasování zadní cesty.

Zkrácení času operace 11. a 12. docílíme použitím *malého zásobníku* uchyceného za rampu.

Operace 13.: Nastavení dopravníku do kupy

Dopravník slouží k dopravení lisovaných šroubů z lisovacího prostoru do oblasti kupy.



Obr. 34: Nastavení šířky dopravníku pomocí seřizovacího kola [21]

1. Otevření horního a bočního krytu dopravníku do kupy.
2. Vložení nalisovaného šroubu mezi dopravní cesty dopravníku.
3. Otáčením seřizovacího kola nastavit šířku dopravníku (Obr. 34), tak aby šroub procházel s minimální vůlí, ale volně
4. Pomocí ovládacího panelu nastavit rychlost dopravníku

Operace 14.: Nastavení dopravní cesty před kupou

Jde o seřízení dopravní cesty vedoucí do kupy, což je znázorněno na obrázku 35. Nastavuje se ta část cesty nacházející se těsně před ní, aby šrouby vstupovali do oblasti kupy ve správné poloze. U této a následující operace je nutné mít k dispozici několik vylišovaných šroubů, které pracovník klade do dopravní cesty a podle plynulosti průchodu výlisků seřizuje cestu.



Obr. 35: Seřízení dopravních cest před kupou [21]

Operace 15.: Test průjezdu dopravní cestou před kupou

Pracovník posouvá vylišované šrouby dopravní cestou pomocí drátku. Pokud šroub někde drhne, musí se cesta doseřídít. Výsledná výška cesty by měla být nastavena tak aby byla mezera nad hlavou šroubu byla maximálně 0,2 mm (Obr. 36).



Obr. 36: Detail na maximální mezera nad hlavou šroubu [21]

Operace 16.: Nastavení výšky rohatky

Rohatka (Obr. 37) slouží ke srovnání šroubu do požadované polohy. Pokud šroub přijde do rohatky ve špatné poloze např. položený, rohatka šroub „vykopne“ pod dopravník a šroub po dopravníku vyjede znova. I pro tuto operaci je nutné mít po ruce vylisovaný šroub.

1. Povolit jistící šrouby.
2. Nastavení ideální výšky rohatky pomocí vylisovaného šroubu.
3. Utáhnout šrouby pomocí klíče



Obr. 37: Poloha rohatky před kupou [21]

6.2.2. Rozbor činností prováděných druhým přestavujícím – přestavba oblasti lisu

Operace 1.: Nastavení stroje na přetypování

Po dokončení výroby předchozí zakázky pracovník stroj zastaví a pomocí ovládacího panelu nastaví do režimu pro seřizování.

Operace 2.: Mytí prostoru lisu

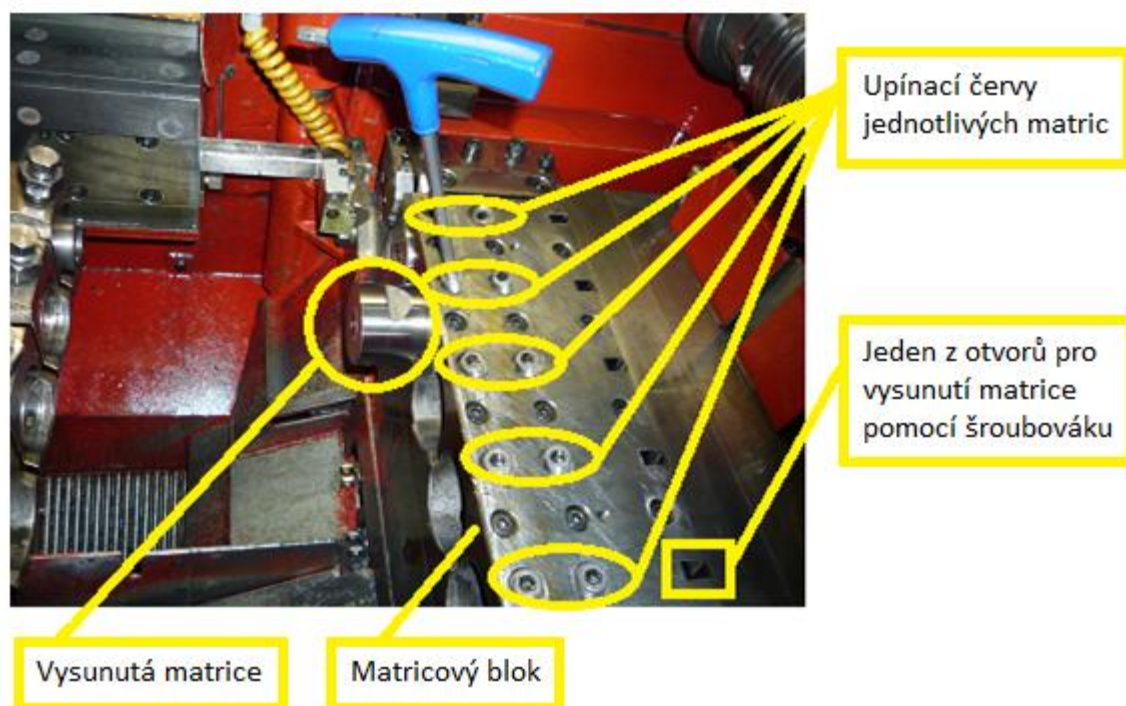
Očištění oblasti lisu od oleje pomocí odmašťovacího rozprašovače – fixírka. Fixírkou se ručně nanáší olej s nulovou viskozitou na čištěnou oblast.

Operace 3.: Demontáž matricových nástrojů

Matricovým nástrojem, zkráceně jen matricí, je nazývaný celý nástroj umístěný v matricovém bloku. Umístění matrice v bloku a její demontáž je zobrazena na obrázku 38.

1. Povolení upínacích červů jednotlivých matricových nástrojů.
2. Uvolnění matrice z bloku údery kladívka.
3. Vysunutí z bloku pomocí šroubováku natolik, aby se dala vyjmout.
4. Vyjmutí matrice a její uložení do speciálního zásobníku připraveného na stojanu.
5. Očištění uložení matrice pomocí hadříku.

Povolení červů se provádí hned z počátku operace. Úkony 2., 3. a 4. se provádí postupně pro všechny funkční stupně.



Obr. 38: Demontáž matricových nástrojů [21]

Operace 4.: Demontáž razníků, podložek a vyrážecích tyčí

1. Povolení kontramatic a zajišťovacích šroubů pomocí nástrčného klíče.
2. Povolení kontramatic zajišťujících klíny.
3. Uvolnění razníků z razníkových bloků pomocí slabých úderů kladívkem.
4. Vyjmutí razníku z razníkového bloku.
5. Odložení razníku do speciálního zásobníku připraveného na stojanu.
6. Vyjmutí podložky pomocí magnetu a vyrážecí tyče a odložení do zásobníku

Úkony 1. a 2. se provádí pro všechny funkční lisovací stupně a to hned na počátku operace. Poté se provádějí postupně úkony 3., 4. a 5., pro některé stupně se provede navíc ještě 6. úkon. Na obrázku 39 je zachyceno, jak pracovník vysunuje razník z razníkového bloku.

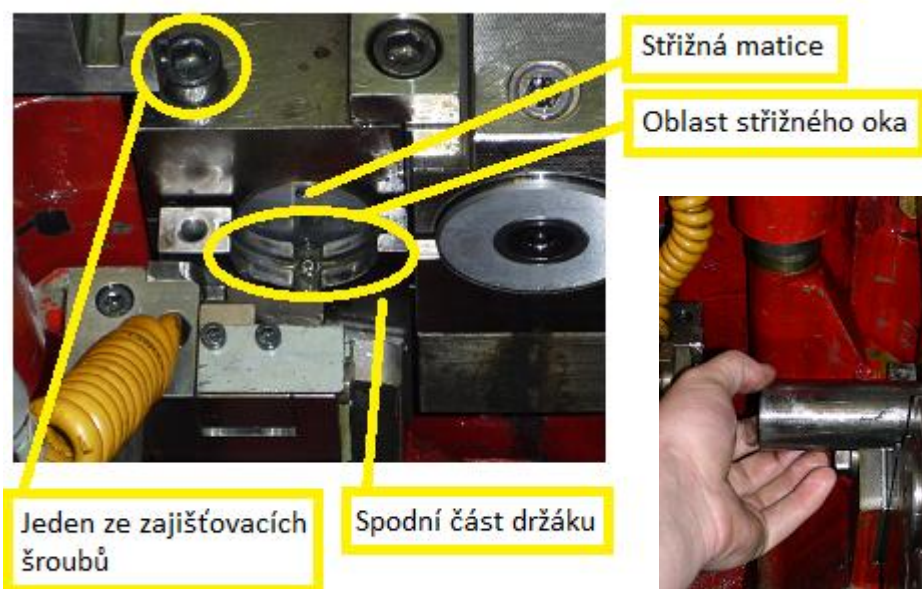


Obr. 39: Demontáž razníku [21]

Operace 5.: Demontáž stříhu

Oblast stříhu se nachází u matricového bloku. Stříhem je myšleno střížné oko a střížná matrice. Střížnou matici a za ní umístěným střížným okem je veden drát. Jakmile dojde ke styku drátu s dorazem, je drát střížným okem ustřížen. Ústřížek je následně pomocí dopravních prstů přiveden do prvního lisovacího stupně. Na obrázku 40 je zaznamenaná oblast stříhu po vyjmutí střížného oka, na obrázku 41 demontáž střížné matrice.

1. Uvolnění hydrauliky v oblasti stříhu na Brankampu.
2. Povolení zajišťovacího šroubu držáku střížného oka.
3. Vyjmutí horní části držáku a odložení ho na stojan.
4. Odjištění pojezdu dorazu pomocí zajišťovací páčky.
5. Ruční odjetí dorazu do zadní polohy.
6. Vyjmutí střížného oka a jeho odložení na stojan.
7. Povolení zajišťovacích šroubů fixující střížnou matici.
8. Demontáž střížné matrice a její odložení na stojan.



Obr. 40: Oblast stříhu [21]



Obr. 41: Demontáž střížné matrice [21]

Operace 6.: Demontáž transportu

Transport (Obr. 42) přemísťuje pomocí transportních prstů ústřížek z oblasti stříhu k první lisovací operaci a pak dále mezi jednotlivými stupni lisu. Čas této operace byl již dříve zásadně zkrácen pořízením náhradního transportu. Díky tomu je celá příprava transportu realizována jako externí činnost.

1. Povolení a vytažení upínacích šroubů.
2. Demontáž stávajícího transportu a jeho odložení pod stojan.



Obr. 42: Transport s dopravními prsty [21]



Obr. 43: Mytí razníkových bloků [21]

Operace 7.: Očištění lisu po vyjmutí transportu

1. Důkladné očištění celé oblasti lisu fixírkou.
2. Usušení oblasti lisu hadříkem

Na obrázku 43 je zachycené mytí razníkových bloků.

Operace 8.: Montáž matricových nástrojů

Matricové nástroje pro přestavovaný typ šroubu jsou už v přípravné fázi nachystány ve speciálním zásobníku, který je umístěn ve stojanu. Aby se zabránilo montáži matrice do špatného lisovacího stupně, jsou matrice umístěny v zásobníku, který má očíslované přihrádky. Uvedené číslo značí příslušný lisovací stupeň.

1. Umístění matricových nástrojů do matricového bloku.
2. Předběžné usazení matric ručním zašroubováním upínacích červů.
3. Přesné zajištění polohy matrice lehkými údery kladívka.
4. Úplné dotažení upínacích červů.

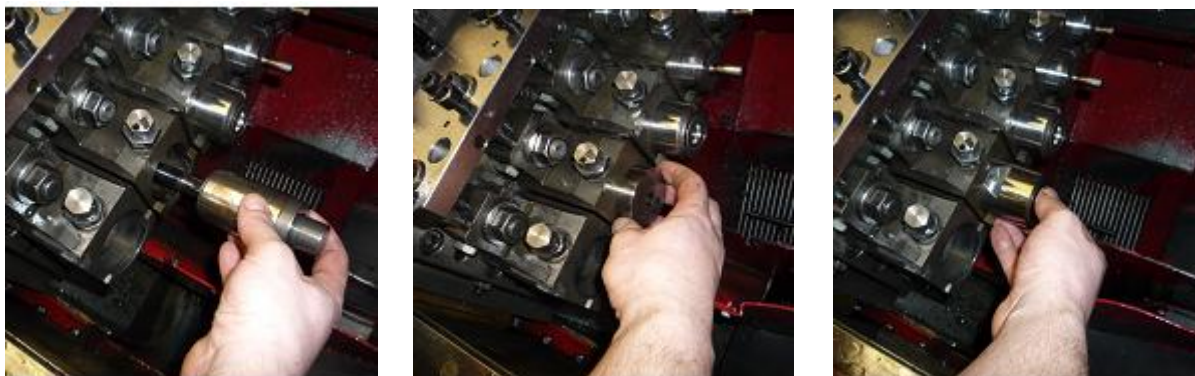
Operace 9.: Montáž vyrážecích tyčí, podložek a razníků

Lisovací technologie pro typ šroubu, na který je stroj přestavován, vyžaduje vyrážecí tyče na prvních třech stupních lisu a to proto, aby se zamezilo uvíznutí výlisku v razníku. U čtvrtého stupně je podložka plná, vyrážení tyč není nutná.

Aby pracovník věděl, do jakého razníkového bloku patří jaká vyrážecí tyč či podložka, je použit ten samý rozlišovací zásobník jen upravený pro razníky.

1. Vložení vyrážecích tyčí do příslušných razníkových bloků.
2. Nastříkání jednotlivých bloků sprejem proti zadírání.
3. Postupné vkládání podložek do příslušných razníkových bloků.
4. Montáž jednotlivých razníků.
5. Ruční dotažení horních zajišťovacích šroubů.

Na obrázcích 44, 45 a 46 je možno vidět (zleva) montáž vyrážecí tyče, podložky a razníku.

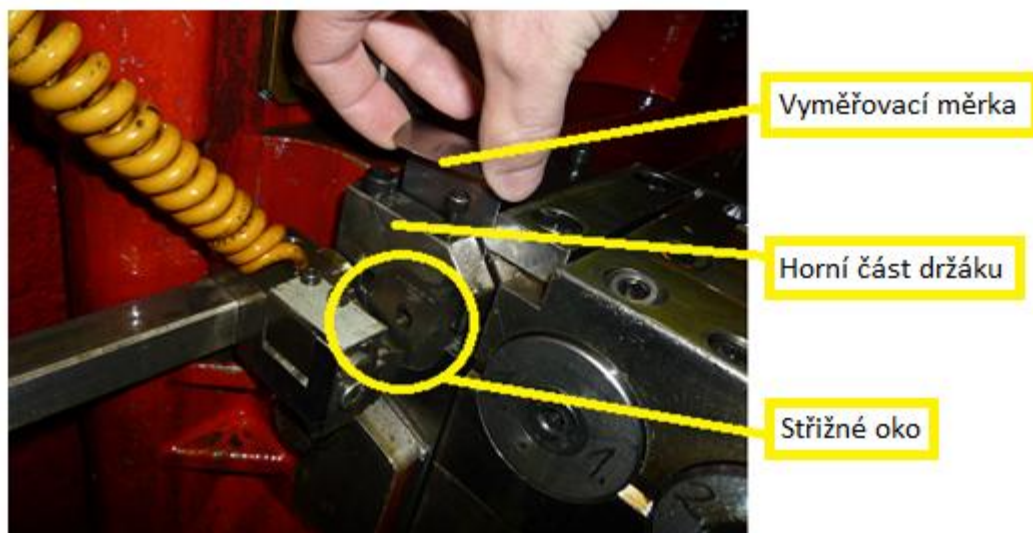


Obr. 44, 45, 46: Montáž prvků lisovacího stupně [21]

Operace 10.: Montáž stříhu

1. Umístění střížné matrice do bloku stříhu.
2. Předběžné utažení zajišťovacích šroubů.
3. Vložení vyměřovací měrky, která má tloušťku 0,2 mm mezi dolní část držáku a střížnou matici. Tato měrka slouží k nastavení střížné mezery (Obr. 47).
4. Vsunutí střížného oka do drážky ve spodním díle držáku.
5. Montáž horní části držáku a zajištění utažením šroubů.
6. Ověření správného nastavení střížné mezery.

Pokud lze vyměřovací měrka mezi střížným okem a maticí volně vytáhnout, je střížná mezera nastavena. V tomto případě se může poloha střížné matrice zajistit utažením horních šroubů. Jestliže ale měrka nelze volně vyjmout, musí se seřídít vodorovná poloha střížné matrice pomocí zadního stavitelného šroubu.



Obr. 47: Nastavení střížné mezery [21]

Operace 11.: Nastavení dorazu drátu

Doraz drátu slouží k vyměření správné délky ústřížku.

1. Pojezdem dorazu ručně přejet do přední polohy (Obr. 48).
2. Zafixování polohy dorazu pomocí zajišťovací páčky.



Obr. 48: Nastavení polohy dorazu drátu [21]

Operace 12.: Nastavení klínů

Nastavení klínu se rozumí seřízení jejich výšky. Pomocí stavitelných šroubů se klíny vysunují nebo naopak zasunují a tím se koriguje, jak moc bude razník vysunutý ven z razníkového bloku. Kontrola nastavení výšky klínů se provádí posuvným měřítkem. Jelikož tato operace je z důvodu zdoluhavého seřizování časově náročná, doporučuji použití *sady výškových měrek*.

1. Utřít oblast klínů hadříkem.
2. Povolení zajišťovacích kontramatic.
3. Nastavení výšky klínů otáčením seřizovacích šroubů a ověření hodnoty posuvným měřítkem.
4. Zajištění správného dosednutí razníků v blocích lehkými údery kladívka.
5. Dotažení horních zajišťovacích šroubů razníků klíčem.

Dotažení kontramatic u klínů a razníku se provádí až po jemném seřízení lisu.

Úkon 3. se opakuje, dokud není nastavená správná hodnota klínu a je nutné ho provést u všech funkčních lisovacích stupňů.

Na obrázku 49 můžeme vidět, jak pracovník pomocí posuvného měřítka ověřuje výšku klínu.



Obr. 49: Kontrola výšky klínu [21]

Operace 13.: Upnutí transportu

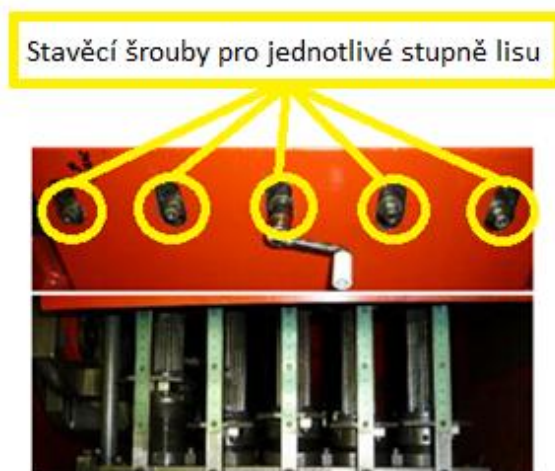
1. Donést transport, který je již kompletně připravený na stolku, k lisu.
2. Usazení transportu na rameno.
3. Spuštění mazání na ovládacím panelu.
4. Zajištění transportu upínacími šrouby.
5. Sklopení ramene s usazeným transportem pomocí ovládacího panelu.

Operace 14.: Nastavení délek

U této operace se nastavuje odjetí vyrážače. Pro každý lisovací stupeň se nastavuje různá délka. Hodnoty pro seřízení jsou uvedeny v seřizovacím listu, který má pracovník k dispozici vedle ovládacího panelu.

Na obrázku 50 je v horní části vidět nastavování délek klikou, v dolní části jsou zaznamenány již nastavené délky.

1. Vypnutí zajištění délek na ovládacím panelu.
2. Nastavení délek všech funkčních stupňů lisu pomocí přenosné kličky.
3. Zapnutí zajištění délek na ovládacím panelu.



Obr. 50: Nastavení délek [21]

Operace 15.: Nastavení ramen

Při této operaci se nastavuje vůle mezi vyrážačem a ramenem. Jedná se o vůli minimální, jen aby při vyhazování výlisků nedošlo ke kolizi a to nevedlo ke znehodnocení výlisku.

1. Přesun k boku stroje a otevření dveří.
2. Povolení zajišťovací matice (Obr. 51).
3. Posunutí jezdce na hodnotu na stupnici dle seřizovacího listu.
4. Zajištění jezdce a utažení zajišťovací matice.

Úkony 2., 3. a 4. se opakují pro všechny funkční lisovací stupně.



Obr. 51: Povolení matice zajišťující polohu jezdce [21]

Operace 16.: Nastavení délky ústřížku

1. Přesun k zadní části stroje a otevření dveří
2. Otáčením klíčky nastavit podání dle seřizovacího listu (Obr. 52).
3. Zavření dveří.



Obr. 52: Nastavení podání pomocí klíčky [21]

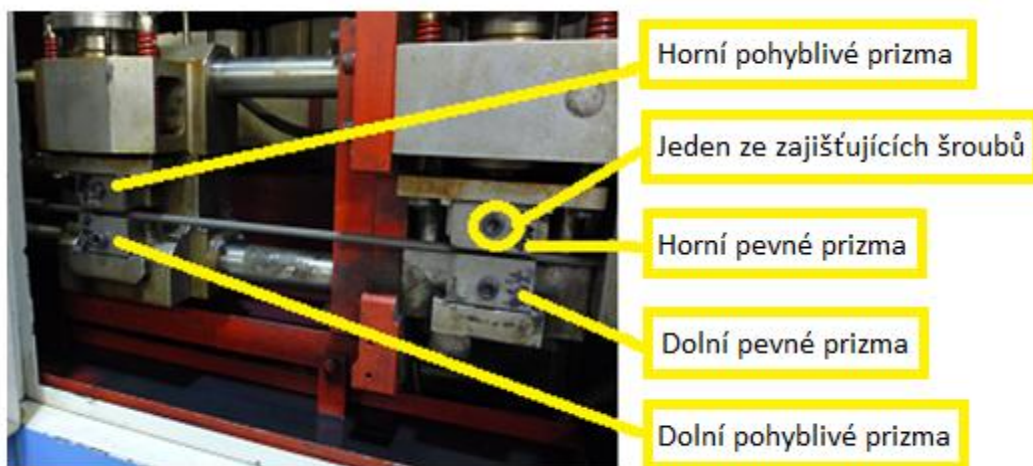
Operace 17.: Vypsání zakázky

Pracovník se přesouvá ke stolku, kde vypisuje štítek zakázky. Tuto operaci navrhuji přesunout z *interních do externích činností*.

Operace 18.: Výměna podávacích prizmat

Tato prizmata (Obr. 53) posunují drát od rovináčích rolen do stroje. Podávání funguje na střídavém principu. Když pevná část drát chytne, pohyblivá drát pustí a popojede směrem k části pevné. Potom pevná drát pustí, v tom okamžiku pohyblivá část drát chytne a popojede s ním do přední polohy.

1. Přesun ke vstupní části stroje a otevření dveří.
2. Povolení zajišťovacích šroubů u nepohyblivé části.
3. Vyjmutí horního a dolního podávacího prizmatu a odložení obou prizmat na stojan.
4. Povolení zajišťovacích šroubů u pohyblivé části.
5. Vyjmutí horního a dolního podávacího prizmatu a odložení obou prizmat na stojan.
6. Vyjmutí spodního a horního (nepohyblivého) prizmatu z boxu v dolní části stroje.
7. Jejich utření a usazení do stroje.
8. Utažení zajišťovacích šroubů.
9. Vyjmutí spodního a horního (pohyblivého) prizmatu z boxu v dolní části stroje.
10. Jejich utření a usazení do stroje.
11. Utažení zajišťovacích šroubů.



Obr. 53 : Podávací prizmata [21]

Operace 19.: Rozstřížení drátu

Od dodavatele je drát dopravován ve svazku. Jeho konec je zahnutý a bylo by velmi složité ho rovnat. Proto se stříhá.

1. Přesun k zásobníku drátu.
2. Rozstřížení čtyř stahovacích pásek pomocí kleští.
3. Přinesení elektrických nůžek.
4. Nalezení konce drátu a jeho ustřížení.
5. Uklizení stahovacích pásek.
6. Uklizení papírových vystýlek.

Zkrácení této operace docílíme přesunutím úkonu č. 5 a 6 z *interních činností do činností externích*.

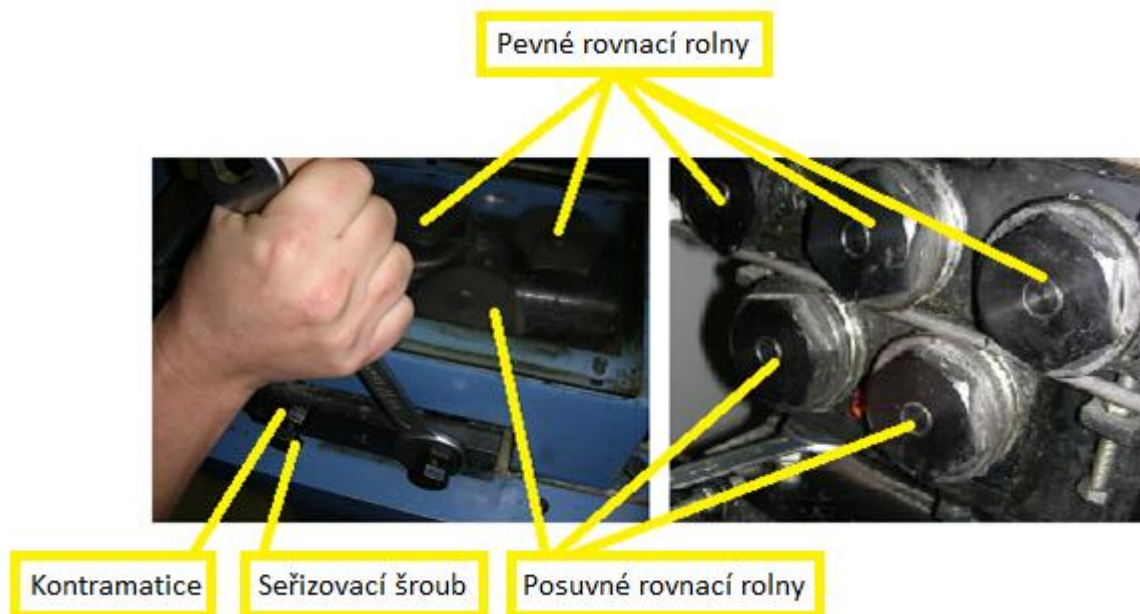
Operace 20.: Zavedení drátu – rovnání

Aby do stroje nevstupoval zvlněný drát, musí se vyrovnat. K tomu slouží dvě soustavy rovnacích roln. Jedny rovnají drát ve svislé rovině, zatím co druhé v rovině vodorovné.

Na obrázcích 54 a 55 je vidět seřizování obou těchto soustav. Vždy se nastavují jen posuvné rolky pomocí seřizovacích šroubů.

1. Uchopení konce drátu a zavedení ho mezi rovnací rolky.
2. Povolení kontramatek pomocí klíče.
3. Přenastavení roln pomocí seřizovacích šroubů, aby drát mohl volně projít.
4. Otevření dveří a zavedení drátu do podávacích prizmat.
5. Zajištění rovnacích roln kontramaticemi pomocí klíče.

Úkony 1., 2., 3. a 5. se provedou nejdříve u soustavy ve vodorovné rovině a pak se ty samé úkony opakují pro soustavu v rovině svislé.



Obr. 54, 55: Seřízení rovnacích rolen (zleva) v rovině vodorovné a svislé [21]

6.2.3. Rozbor činností prováděných druhým přestavujícím – tipování stroje

Operace 1.: Časování transportu

V této operaci musí pracovník nastavit čas, kdy se prsty transportu budou otevírat a zavírat.

1. Nastavení stroje do polohy, kdy se prsty začínají otevírat.
2. Povolení zajišťovacího šroubu pomocí klíče.
3. Nastavení polohy vačky podle stupnice tak, aby odpovídala seřizovacímu listu. Toto nastavení se provádí pomocí šroubů, které jsou zvýrazněny na obrázku 56.
4. Dotažení zajišťovacího šroubu.
5. Nastavení stroje do polohy, kdy se prsty začínají zavírat.
6. Povolení zajišťovacího šroubu pomocí klíče.
7. Nastavení polohy vačky podle stupnice tak, aby odpovídala seřizovacímu listu.
8. Dotažení zajišťovacího šroubu.

Úkony 1., 2., 3. a 4. se opakují pro všechny stupně transportu a poté se provedou úkony 5., 6., 7. a 8., pro které platí to samé.

9. Test otevírání a zavírání

V 9. úkonu se provádí testování správnosti časování transportu a to tak, že se pustí proces lisování naprázdno a v pomalém režimu.

Aby se snížilo riziko kolize prstů s razníky při procesu lisování, navrhuji *úprava přední části razníků*.



Obr. 56: Časování transportu [21]

Operace 2.: Nastavení sil na Brankampu

Nastavení sil jednotlivých lisovacích stupňů na dotykovém displeji.

Operace 3.: Test lisování

Jedná se o kontrolu lisu, zda pracuje tak jak má. Tento test probíhá na prázdko a v pomalém režimu. Při shledání chybného chodu se test zastaví. Příčina vady se odstraní a test se spustí znovu. Pokud lis běží v pořádku, následuje test lisu na prázdko v běžném (rychlém) režimu. Jestliže není shledána žádná abnormalita chodu lisu, test je ukončen.

1. Spuštění lisu na prázdko v pomalém režimu.
2. Kontrola správnosti chodu.
3. Spuštění lisu na prázdko v běžném režimu.
4. Kontrola správnosti chodu.

Operace 4.: Vizuální kontrola výlisků

Po úspěšném testu na prázdko se spouští lis již s materiálem (drátem). Nechá se krátkou dobu běžet, aby vyrobil několik kusů. Poté pracovní vyjme ze všech funkčních matric výlisky, aby měl vzorky ze všech lisovacích etap.

Tyto vyrobené kusy se musí shodovat s mustry, které jsou připravené na stojanu v krabici. Pracovník má k dispozici mustry i ze stříhu, z kupy a z válcovačky, jak je možno vidět na obrázku 57. Pokud by některý ze vzorků neodpovídal mustru, musí pracovník učinit nápravné opatření, ať už jde jen o seřízení nebo výměnu celého nástroje.

1. Spuštění lisu na „ostro“ (s materiálem).
2. Vylisování několika kusů.
3. Odebrání vzorků.
4. Porovnání vzorků s mustry.
5. Vykonání nápravných zařízení.



Obr. 57: Krabice s mustry [21]

Operace 5.: Kontrola výšky hlavy

Vzorky, které prošly jako vyhovující v předchozí operaci, jsou dále kontrolovány na číselníkovém úchylkoměru (Obr. 58), který je umístěn na pracovním stole. Pracovník kontroluje výšku hlavy. Pokud narazí u některého vzorku na nepřesnost, musí seřídít výšku klínu příslušného razníku a vylisovat novou dávku vzorků.

1. Přesun i s výlisky k pracovnímu stolu.
2. Kontrola výšky hlavy na číselníkovém úchylkoměru.
3. Přesun k lisu.
4. Seřízení výšky klínu daného stupně podle zjištěných nepřesností.
5. Vylisování nové dávky vzorků.



Obr. 58: Kontrola výšky hlavy [21]

Tato celá operace se opakuje, dokud všechny vzorky nevyhovují.

Operace 6.: Rozměrová kontrola

Při této operaci se kontrolují rozměry vzorku pomocí posuvného měřítka. Pracovník kontroluje, jestli naměřené hodnoty odpovídají výkresu. Výrobní výkres a veškerá dokumentace je umístěna na nástěnce nad pracovním stolem. V případě, že narazí na nepřesnost, musí provést nápravné seřízení.

1. Vylisování několika kusů.
2. Odebrání vzorků z jednotlivých stupňů lisu.
3. Přesun k pracovnímu stolku.
4. Kontrola rozměrů posuvným měřítkem.
5. Seřízení daného lisovacího stupně.

Tato celá operace se opakuje, dokud vzorky neodpovídají výkresu.

Operace 7.: Kontrola osování

U této operace probíhá kontrola vzorků na obvodové házení, osování hlavy a kolmost dosedací plochy. Měření je prováděno na speciálním zařízení nazývaném „stojánek“, který je možno vidět na obrázku 59. Vzorky z prvních dvou stupňů se kontrolují jen na obvodové házení, u dalších tří stupňů je nutná i kontrola osování a kolmosti dosedací plochy. Pokud nějaký vzorek neodpovídá výkresové dokumentaci, následuje seřízení házivosti a osování razníků pomocí bočních šroubů.

1. Vylisování několika šroubů.
2. Kontrola vzorků na stojánku.
3. Povolení horního zajišťovacího šroubu.
4. Seřízení pomocí bočního šroubu.
5. Utažení zajišťovacího šroubu

Celá operace se opakuje, dokud vzorky všech lisovacích stupňů nevyhovují.

Netěžší a časově nejnáročnější je seřízení razníku u čtvrtého lisovacího stupně a to z důvodu složitých prvků šroubu (např. vnitřní šestihran či integrovaná podložka). Konstrukce razníku čtvrtého stupně pro typ šroubu, na který je stroj přestavován, je velmi složitá a velmi citlivá na seřízení. Navíc je tato konstrukce i dost náročná na opotřebení.

Pro zkrácení této operace je navržena
úprava konstrukce razníku 4. lisovacího stupně.



Obr. 59: Kontrola osování [21]

Operace 8.: Seřízení kuželovitosti na válcovačce

Kuželovitostí závitu je nazýván náklon pevné válcovací čelisti vůči pevné. Pomocí šroubu na boku válcovačky se seřídí úhel pohyblivé čelisti ke svislé rovině. Otáčením tohoto šroubu se bude zmenšovat průměr díku pod hlavou a naopak.

Nejdříve musí pracovník ověřit, jestli rozměry válcovaného závitu odpovídají výkresu.

1. Naplnění síta výlisky a přesun k válcovačce.
2. Provedení změny polohy pohyblivé válcovací čelisti na ovládacím panelu.
3. Vložení výlisku na vstup mezi válcovací čelisti.
4. Válcování závitu.
5. Vyjmutí šroubu z válcovačky a přesun k pracovnímu stolu.
6. Kontrola rozměrů závitu mikrometrem.

Nyní už se může přejít k samotnému seřizování kuželovitosti.

7. Přesun k válcovačce.
8. Nastavení kuželovitosti otáčením bočního šroubu klíčem.
9. Vložení nového výlisku mezi válcovací čelisti.
10. Válcování šroubu.
11. Kontrola kuželovitosti pomocí posuvného měřítka.

Úkony 7. až 11. se opakují do té doby, dokud kuželovitost neodpovídá výkresu.

Operace 9.: Nastavení přitlaku válcovacích čelistí

Jedná se o seřízení přitlaku pomocí stavěcích šroubů. Pootočením těchto stavěcích šroubů s ryskami se nastavuje náběh (vzdálenost válcovacích čelistí na vstupu) a výběh (vzdálenost válcovacích čelistí na výstupu). Přítlak se nastavuje jen u pevné válcovací čelisti, která má možnost se posunovat.

1. Vložení výlisku mezi válcovací čelisti.
2. Válcování šroubu.
3. Kontrola pomocí posuvného měřítka.

Celá operace se opakuje, dokud nastavený přítlak neodpovídá tabulkovým hodnotám.

Operace 10.: Kontrola závitu

Po nastavení přitlaku následuje kontrola závitu mikrometrem (Obr. 60), který je umístěn na pracovním stole. Ověřuje se, jestli hodnoty přitlaku a kuželovitosti jsou opravdu přesně nastaveny a rozměry závitu odpovídají dokumentaci. Pokud tomu tak není, musí se provést jemné doseřízení.

1. Přesun válcovanými šrouby k pracovnímu stolu.
2. Kontrola závitu mikrometrem.
3. Jemné doseřízení kuželovosti a přitlaku.



Obr. 60: Kontrola závitu mikrometrem [21]

Operace 11.: Seřízení půlotáčky

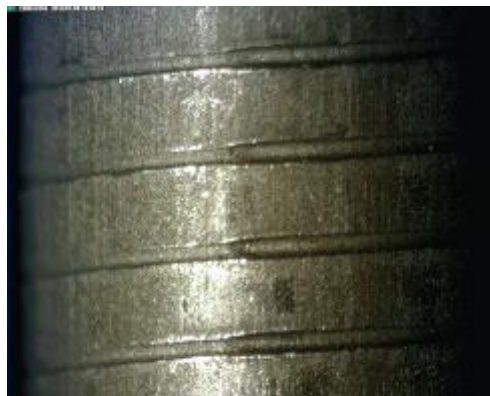
V této operaci se seřizuje přechod obou stop válcovacích čelistí. Výlisek se vloží mezi čelisti a nechá se pootočit o jednu půlotáčku, tak aby každá z válcovacích čelistí ponechala na výlisku stopu na jedné jeho polovině. Pokud na sebe stopy nenavazují, je nutné pevnou čelist přenastavit otáčením seřizovacího šroubu. Otočením šroubu vpravo se bude pevná čelist pohybovat dolu a naopak. Kontrola přechodu stop se provádí pod mikroskopem, který je umístěn na stolku vedle válcovačky.

Na obrázku 61 je možno vidět špatné seřízení pevné čelisti, které se vyznačuje nenavazováním stop. Obrázek 62 dokumentuje již seřízenou půlotáčku.

1. Seřízení pevné válcovací čelisti otáčením seřizovacího šroubu.
2. Nastavení válcovačky do základní pozice pomocí ovládacího šroubu.
3. Vložení testovacího kusu mezi válcovací čelisti.
4. Provedení půlotáčky pomocí ovládacího panelu.
5. Odsunutí přívodního prstu a vyjmutí vzorku.
6. Kontrola půlotáčky pod mikroskopem.



Obr. 61: Špatné seřízení půlotáčky [21]



Obr. 62: Správné seřízení půlotáčky [21]

Celá operace seřízení půl otáčky se opakuje, dokud na sebe stopy přesně nenavazují, jak je možno vidět na obrázku 62.

Operace 12.: Seřízení podávání do válcovačky

Touto operací se nastavuje chod podávacího prstu. Seřizuje se „jak moc“ podávací prst vyjede do přední polohy.

1. Seřízení podávacího prstu pomocí předního šroubu.
2. Spuštění válcovačky.
3. Vizuální kontrola plynulého podávání šroubů mezi válcovací čelisti.

Operace 13.: Seřízení dopravní cesty před válcovačkou

Tyto cesty se doseřizují z důvodu zahřátí stroje. Zahřátí stroje vede k nepatrným změnám rozměrů šroubů, především výšky hlavy.

Proto se musí doseřídít:

1. Výška přitlačné desky
2. Výška dopravní cesty
3. Šířka dopravní cesty
4. Kontrola plynulosti průchodu zahřátých šroubů pomocí drátku.

Operace 14.: Seřízení horní dopravní cesty před válcovačkou

Jedná se o poslední část dopravní cesty před válcovačkou (viz obr. 24 str. 29). Slouží k přitlačení šroubů ze shora, aby seděly dosedací plochou na dopravních cestách. Horní cesty tedy zamezuje povystrčení šroubu při nabíhání mezi čelisti. Pokud by byla přitlačná cesta špatně seřízena, šroub by vyčníval a při válcování by nebyl dodržen rozměr mezi dosedací plochou a prvním funkčním závitem (Lg rozměr).

1. Nastavení přitlaku horní dopravní cesty seřizovacím šroubem.
2. Zavedení čidla na kontrolu Lg rozměru.

Operace 15.: Testovací spuštění

V okamžiku, kdy je průchod dopravními cestami plynulý, pracovník zavírá dveře a spouští stroj. V testovacím režimu nechá vyrobít dávku šroubů.

Operace 16.: Kontrola dávky šroubů

1. Odebrání dávky vyrobených šroubů pomocí síta.
2. Ochlazení šroubů v nádobě s vodou a osušení vzduchovou pistolí.
3. Kontrola šroubů pod mikroskopem.
4. Přesun k pracovnímu stolu a provedení rozměrové kontroly.
5. Přesun ke stojanu u lisu a provedení kontroly obvodové házivosti.

Operace 17.: Nastavení Brankampu

Nastavení Brankampu se provádí prostřednictvím dotykového displeje. Pracovník musí nastavit:

1. Tlaky ve všech lisovacích stupních.
2. Toleranční pole (tzv. Obalové křivky) pro tlaky a síly.
3. Aktivaci všech kontrolních čidel.

Operace 18.: Podmínečné uvolnění

Po kontrole přestavujícím pracovníkem se dávka vyrobených šroubů odnáší na kontrolní stanoviště, kde je dávka kontrolována pracovníky kontroly. V tomto okamžiku už stroj vyrábí zakázku do zvláštní bedny. Pokud kontrola prokáže, že šrouby vyhovují, bude tato dávka přiřazena k zakázce.

Tato operace je detailněji popsána v *analýze systému výrobní kontroly* na str. 56.

6.3. Ostatní činnosti

Při montáži dopravních cest před válcovačkou bylo zjištěno, že připravená zadní cesta rozměrově neodpovídá a že je jí nutné přibližně o 1 mm zbrousit. Provedení nápravného opatření trvá 10 minut. Tento čas však nebude do celkového času přestavby započítáván, protože se jedná o neobvyklou chybu způsobenou nepozorností během přípravné fáze.

7. Analýza stávajícího stavu zajištění jakosti v technologickém procesu výroby

Opatřeními, kterými firma Kamax s.r.o. zajišťuje jakost v technologickém výrobním procesu, lze rozdělit na dva základní pilíře. Jedním je sledování chodu stroje a procesu výroby pomocí funkcí systému Brankamp. Jedná se o zařízení, které je schopno automaticky vyhodnocovat abnormality během výroby a okamžitě signalizovat informaci obsluze. Systém Brankamp můžeme díky jeho vlastnostem zařadit mezi opatření koncepce JIDOKA. Druhým zásadním pilířem je kontrola výrobků během výroby, kterou provádí obsluha a pracovníci útvaru TQM a to podle podnikových plánů kontroly. V následující části bakalářské práce si přiblížíme oba tyto pilíře.

7.1. Analýza prvků zajišťující jakost výrobků

Na přestavovaném stroji je instalován přístroj Brankamp Prokos PK 6000. Toto kontrolní zařízení plní funkci sledování postupů tváření, řízený počítačem.

Systém monitorování výrobního procesu je realizován pomocí několika čidel. Signály senzoru, vygenerované v průběhu tvářecího procesu jsou snímány, zpracovávány a vyhodnocovány kontrolním přístrojem. V případě chybné výrobní operace je okamžitě odeslán signál do řízení stroje, které reaguje zastavením stroje, aktivováním třídící klapky nebo výstražným hlášením.

Při monitorování výrobních operací může PK 6000 vyhodnocovat libovolné signály procesu. Posuzování tvářecích operací se provádí pomocí následujících procesních veličin:

- Lisovací síla, která je nutná pro tváření materiálu.
- Hluk, který je vytvářen v průběhu tvářecího procesu (např. při lomu razníku).
- Změna tlaku, např. v hydraulickém systému, ke které dojde při tváření materiálu.

7.1.1. Přehled kontrolních prvků pro snímání výrobního procesu

V této části práce si uvedeme všechna čidla, pomocí kterých je výrobní proces na tomto stroji monitorován. Můžeme je rozdělit podle umístění na tři základní skupiny. Rozlišujeme čidla na kontrolu podávání drátu a střihu, a dále na monitorování procesu lisování, kupení a válcování. Mimo tyto čidla existuje na stroji ještě systém všeobecného monitorování, které sleduje okamžitou spotřebu proudu.

7.1.1.1. Monitorování podávání drátu a střihu

- Čidlo na kontrolu drátu

Toto magnetické čidlo je letmo položeno na drátu mezi rovnacími rolnami a podávacími prizmaty a slouží k automatické reakci stroje na konec drátu. V okamžiku, kdy konec projde rovnacími rolnami, celý zbytek drátu před podávacími prizmaty klesne k zemi. S tímto klesnutím drátu sklouzne i letmo položené čidlo. Jakmile se čidlo pohne, ztratí kontakt s drátem. V tento okamžik se vypíná podávání drátu.

Stroj dovyrobí několik posledních kusů, které jsou ve stroji. Po pár taktech se stroj vypne.

- Čidlo na kontrolu délky výstřížku

Kontrolní čidlo je umístěné na stykové ploše stavitelného dorazu pro střih (Obr. 63). Doraz slouží k vyměření délky ústřížku. Pokud drát narazí na doraz a je ustřižen, čidlo dává podávacím prstům povel, aby sepnuly a přesunuly ústřížek do další operace. V případě, že je ústřížek kratší, čidlo nesepe, prsty zůstanou otevřeny. Otevřené prsty přijedou a místo sevření a odjetí k další operaci jen do špatného ústřížku „kopnou“ a ten vypadne z dorazu pryč. (Toto čidlo kontroluje správnost podávacího zařízení)



Obr. 63: Čidlo na kontrolu délky výstřížku [21]

7.1.2. Monitorování procesu lisování

7.1.2.1. Monitorování lisovací síly

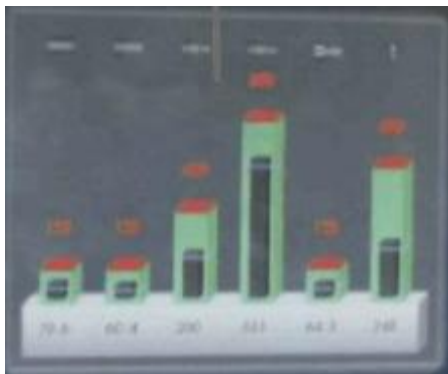
- Čidlo na kontrolu lisovací síly v jednotlivých stupních lisu

Tyto čidla jsou umístěná v razníkových blocích jednotlivých lisovacích stupňů. Slouží k monitorování lisovacích sil. Proces je hlídán „obalovými křivkami“, které znázorňují toleranční pole jednotlivých stupňů lisu. Při vychýlení křivky z tohoto pole systém Brankamp stroj zastaví a na monitoru zobrazí chybové hlášení. Díky této kontrole se sleduje stav nástroje a kvalita produktu. Obsluha dostává okamžitou informaci o síle každého zdvihu jednotlivého lisovacího stupně, díky tomu se dá odhalit možný problém hned po jeho vzniku a tedy zamezit jeho narůstání. Toto monitorování je podstatné také v ohledu ovlivňování životnosti stroje a nástroje.

7.1.2.2. Ochrana lisu a nástroje

- Sledování hodnoty maximální síly

Pro ochranu lisu a nástroje před přetížením se provádí při každém zdvihu srovnání maximální hodnoty skutečné síly s nastavenou hodnotou (Obr. 64). Při překročení maximální přípustné síly bude bezprostředně vygenerován signál pro VYPNUTÍ a objeví se následující chybové hlášení, např.: MAXIMÁLNÍ SÍLA [st.2].



Obr. 64: Zobrazení maximálních sil s nastavenými hranicemi [19]

7.1.2.3. Sledování stavu nástroje

Toto sledování je realizováno na dvou úrovních, a to sledováním obalových křivek a monitorováním trendů:

- Sledování obalových křivek

Sledování obalových křivek (Obr. 65) slouží k rozeznávání náhodných, náhle se vyskytujících degenerací procesu. Obalové křivky vznikají ze vzorových křivek, které byly předepsány pro každý kontrolní kanál (lisovací stupeň). Šířku obalových křivek, a na základě toho přesnost sledování, lze ovlivnit pro každý monitorovací kanál zvlášť.

Obalové křivky se dělí na vnější a vnitřní. Překročení vnitřních obalových křivek se používá často k třídění chybných dílů, zatímco překročení vnější obalové křivky má za následek vypnutí stroje.

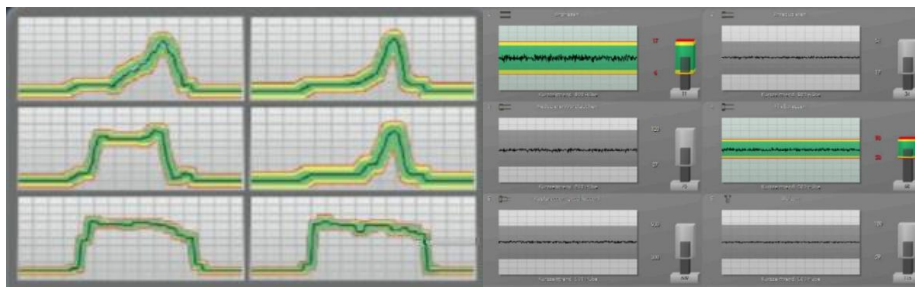
- **Při bezchybné výrobě** jsou aktuální signály **uvnitř** obalových křivek.
- **Při chybě procesu** dochází k **překročení** vnější nebo vnitřní obalové křivky, takže přístroj vydá chybové hlášení.

Pokud dojde k překročení jedné z obalových křivek, objeví se na displeji následující hlášení, např.: VNĚJŠÍ OBALOVÁ KŘIVKA: KANÁL 1 .

- Monitorování trendů

Zahřívání stroje a nástrojů, výkyvy tloušťky nebo pevnosti materiálu mají u některých procesů tváření přes dostatečnou kvalitu produktu za následek plíživou změnu procesních signálů. Pro monitorování těchto procesů musí být použity takzvané "dynamické obalové křivky" (Obr. 65). Tyto křivky jsou na rozdíl od "statických obalových křivek" průběžně aktualizovány a přizpůsobují se tak plíživým změnám procesních signálů a odpovídajícímu aktuálnímu rozptylu procesu, závislému na nástroji a materiálu. Každá měřicí hodnota má proto co nejvyšší toleranci vzhledem k náhlým (mezi jednotlivými zdvihy) odchylkám.

Přípustný rozsah, ve kterém se smějí obalové křivky přizpůsobit procesu, je stanoven tzv. hranicemi trendu. Při překročení těchto hranic trendu dojde k "vypnutí z důvodu trendu". Na displeji se objeví toto hlášení, např: KRÁTKODOBÝ TREND



Obr. 65: Zobrazení obalových křivek a volba trendů [19]

Výpočet trendu se provádí pro různou dobu trvání. Zatímco **krátkodobý trend** znázorňuje rychlé změny podmínek tváření (např. kolísání při podávání), ke sledování dlouhodobých změn procesu se používá **dlouhodobý trend** (např. změny síly v závislosti na teplotě). Krátkodobý trend znázorňuje špičkové hodnoty každého zdvihu, zatímco vývojové hodnoty dlouhodobého trendu znázorňují průměrné hodnoty několika zdvihů.

7.1.2.4. Sledování kvality produktu

- Zvukové čidlo na kontrolu přetočení šestihranu

Tato čidla jsou umístěna ve 4. a 5. lisovacím stupni. Slouží k odhalování vadného výlisku, který se vyznačuje přetočením šestihranu (Obr. 66).

Ve 3. stupni je předlisován šestihran. Při vyražení výlisku z operace a přemísťování do operace následující, může nastat problém, že se výlisek nepatrně pootočí. Tím pádem se nástroj, který je seřízen tak, aby jeho hrany přesně souhlasily, v následující operaci nedosedne přesně do předlisovaného šestihranu. Jakmile dojde ke špatnému nastavení transportních prstů nebo vyrážече, nastává přetočení kusu a to vede ke vzniku strhnuté hrany na výlisku. Pro odhalování přetočeného šestihranu slouží právě toto zvukové čidlo. Jestliže nástroj nesedne přesně na předlisovaný šestihran, zazní specifický zvuk, který čidlo rozezná.



Obr. 66: Výlisek s přetočeným šestihranem [19]



Obr. 67: Čidlo na vstupu do kupy [21]

7.1.3. Monitorování procesu kupení

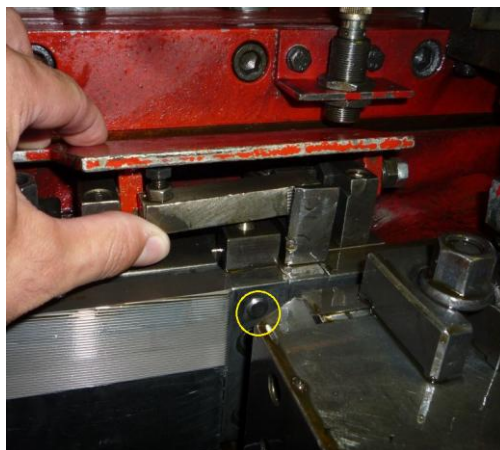
- Čidlo na kontrolu vstupu výlisků do kupy

Toto čidlo je umístěné těsně před podáváním do kupy (Obr. 67). Slouží k zaznamenání každého kusu, který do prostoru kupy vstupuje. Pokud by došlo k hromadění výlisků před kupou, čidlo zastaví dopravník. Stroj po dobu odstávky dopravníku lisuje do zásoby. Jestliže se problém vyřeší (fronta šroubu se uvolní sama), dopravník je opět uvedený do činnosti. Pokud se tak nestane, po určitém čase se vypne celý stroj. Toto čidlo tedy plní funkci kontroly před „zaseknutím“ kupy, kdy by se začala tvořit fronta výlisků.

7.1.4. Monitorování procesu válcování závitu

- Čidlo na kontrolu vstupu šroubů do válcovačky

Toto čidlo je umístěné v dopravní cestě před válcovačkou. Slouží k zaznamenání každého šroubu, který cestou projde k válcovačce (Obr. 68). Čidlo splňuje stejnou funkci, jako čidlo na kontrolu vstupu výlisků do kupy.



Obr. 68: Čidlo na kontrolu vstupu výlisků do válcovačky [21]

- Čidlo na kontrolu podávání do válcovačky

Čidlo je umístěno na konci pohyblivé válcovací čelisti. Slouží ke kontrole správného podávání kusů mezi válcovací čelisti. Pokud do prostoru válcovačky proklouznou dva šrouby, čidlo rozpozná špatnou polohu šroubu, která je právě způsobená překrytím šroubů přes sebe. Čidlo by zareagovalo otevřením klapky a odkloněním šroubu na šrotový dopravník.

- Čidlo na kontrolu tlaku válcovacích čelistí

Toto čidlo je umístěné na náběhu na pevné válcovací čelisti. Slouží jednak ke kontrole tlaku při válcování závitu. Pokud by byl šroub špatně nabitý mezi válcovací čelisti (špatná poloha) nebo by se nabily dva kusy, tlak mezi válcovacími čelistmi by se změnil a čidlo by hlásilo chybu. Čidlo dále kontroluje proces tváření závitu mezi válcovacími čelistmi po celé jejich délce (kontroluje celý průběh od nabití šroubu až po jeho vyběhnutí z čelistí). Trendy, obalové křivky a kontrola maximální síly fungují podobně jako u lisování.

- Čidlo na kontrolu rozměru L_g

Toto čidlo je umístěno těsně nad prostorem mezi válcovacími čelistmi (Obr. 69). Slouží ke kontrole správné polohy válcovaných šroubů. Pokud by byl šroub válcován v povystrčené poloze, nebyl by dodržen L_g rozměr (rozměr mezi dosedací plochou a prvním funkčním závitem).

Tento vadný šroub by se dotkl čidla, které je umístěné v přesné nastavené výšce. Při doteku se vadný kus odkloní otevřením klapky na šrotový dopravník.



Obr. 69: Čidlo na kontrolu rozměru Lg [21]

7.1.5. Monitorování okamžité spotřeby proudu

Jde o všeobecnou kontrolu. Na ovládacím panelu je ampérmetr, který ukazuje okamžitou spotřebu proudu na hlavním motoru. Kdyby se na stroji zadřelo nějaké vedení nebo ložisko, hned by se to ampérmetru projevilo. Ampérmetr snímá odběr proudu. Při plynulém chodu je hodnota odběru téměř konstantní, při neobvyklém zatížení bude růst.

7.2. Analýza systému výrobní kontroly

Obsluha stroje a pracovníci útvaru TQM provádějí v rámci **výrobní kontroly** činnosti, které napomáhají k odhalení vad. Tím se zajišťuje včasné odhalení vadných výrobků, vadné výroby a provedení nápravných opatření.

Systém kontroly pro zajištění jakosti v technologickém procesu výroby je aktuální ihned, jak je na přestavovaném stroji „uvolněna výroba“. Než přistoupíme k jednotlivým činnostem výrobní kontroly, přiblížíme si, co „uvolnění výroby“ vlastně znamená.

Aby výroba dané zakázky byla **uvolněna** je nutné, aby kontrolované kusy vyhověly kontrole na specializovaném stanovišti. Tato kontrola je prováděna po ukončení přestavby stroje, kdy pracovník odnáší první vyrobené kusy na toto stanoviště.

Zde pracovníci kontroly detailně kontrolují znaky vyrobených kusů podle přiloženého kontrolního plánu výroby. Kontrolní plán uvádí předpisové rozměry měřených znaků, měřidla potřebná jednotlivým měřením a hodnoty, které přestavující změřil a zapsal při přestavbě. Tyto hodnoty pracovník kontroly ověřuje vlastním měřením a porovnává je s hodnotami předepsanými. Do přiřazené kolonky zaznamená výsledky kontroly.

Pokud se změřené hodnoty neshodují s předpisem, výsledek je zaznamenán jako **nevyhovující**. V tomto případě výroba není uvolněna a pracovník musí pokračovat v seřizování neshodného znaku.

Pokud je u všech měřených znaků výsledek vyhovující, je **výroba uvolněna**. To znamená, že kusy, které stroj vyrobil během doby této kontroly, mohou být považovány za uvolněné díly. Tyto uvolněné díly zachová pracovník po celou dobu výroby zakázky pro porovnání s aktuálně vyráběnými kusy. Po ukončení zakázky budou tyto díly přiřazeny k zakázce.

Od tohoto okamžiku výroba podléhá systému kontroly pro zajištění jakosti. Činnosti, které se provádí během této kontroly, můžeme rozdělit do dvou kategorií, a to na kontrolu prováděnou obsluhou stroje a na kontrolu prováděnou pracovníkem útvaru TQM.

Takzvanou průvodkou pro všechny kontrolní činnosti při výrobě je KONTROLNÍ PLÁN VÝROBY, jehož rozbor je proveden níže (Obr. 70). Celý kontrolní plán výroby je k dispozici v PŘÍLOZE I.

Kontrolní plán výroby

Charakteristický rozměr šroubu a jeho firemní označení: **000131806004 LV**

Označení standartního či bezpečnostního dílu: **S**

Místo pro potvrzení o průběžné samokontrolě

Číslo dílce / operace: **000131806004 LV**

Název dílce: **M8x43;1318.0**

Plán SPC: **KX_0001318.0_LV**

Stroj: **S**

Výrobní příkaz číslo: **Cpk>=1,33**

Bezpečnostní díl: **S**

Sestavil: **Prnych** Datum: **8.11.2004**

Změn. index: **7** Datum změny: **22.7.2008**

Poznámka: **Poznámka k dílu na výkres**

Četnost statistické kontroly je minimálně 5 kusů za : **30 min**

Znak	Název	Měřidlo	Série	DZ	SPC	Předpis	Seř	Pracovník	QS	Dat.	Čas
DA	výška ramene závitu	DA-MY / posuvka	X	X		7,72 - 7,94	X				
dR	průměr řádla	mikrometr	X			9,85 - 10,00	X				
lb	délka po hlavu od redukce	posuvka	X			42,5 - 43,0	X				
k	výška hlavy	DA-MY / posuvka	X	X		3,0 - 3,3	X				
dk	průměr hlavy	DA-MY / posuvka	X	X		21,00 - 21,49	X				
dy	závit	KN 5702	X			bez převalků	X				
dw	vnější průměr dosedací plochy	projektor				19,5 min.	X				
n	počet zubů	vizuálně				50 - 55	X				
DF	střední průměr závitu	DA-MY / závitový mikrometr	X			6,98 - 7,04	X				
r	rádius pod hlavou	projektor				0,4 - 0,6	X				
lv	délka k otměru profilu řádla	posuvka				0,4 - 0,6	X				

Název kontrolovaného znaku

Zkratkovité označení kontrolovaného znaku

Předepsaná četnost kontroly prováděná na pěti kusech

Znaky, kontrolované na žádost zákazníka

Znaky podléhající samokontrolě a statistické kontrole

Měřidlo předepsané pro daný kontrolovaný znak

Znaky, které je nutné seřadit

Předpis hodnot seřizovaných znaků

Potvrzení hodnot pracovníkem kontroly

Hodnoty změřené pracovníkem po přestavbě

Obr. 70: Ukázka kontrolního plánu výroby s popisem [21]

7.2.1. Kontrola prováděná obsluhou stroje

7.2.1.1. Kontrola sériové výroby

Při zahájení směny, při výměně nástroje nebo seřízení stroje a to nejpozději do 60 minut, je pracovník obsluhy stroje povinen provést samokontrolu vyrobených kusů, jejíž výsledky zaznamená v kontrolním plánu výroby. Rozměry stanovené jako minimum pro pravidelnou samokontrolu stanovuje kontrolní plán ve sloupci „série“. V případě, že obsluha zjistí vadu, musí tyto díly oddělit a hlásit kontrole, která je pozastaví štítkem k dalšímu šetření (Obr. 71).

Podle charakteru zjištěné vady pracovník také provede seřízení stroje nebo výměnu nástroje. Při výměně nástroje musí pracovník zkontrolovat všechny znaky, které výměna nástroje může ovlivnit. Během procesu seřizování je nutné zajistit, aby díly padaly do červeně označených beden na šrot.



Obr. 71: Štítek pro označení dávky k dalšímu šetření [19]

7.2.1.2. Systém „dvojkrabičky“

Aby se minimalizovalo riziko výskytu vadných kusů v zásobníku pro dávku dobrých kusů, provádí oddělení potenciálních vadných dílů vyrobených v blízké době od zbytku výrobní dávky. Toto oddělení je realizováno takzvaným „dvojkrabičkovým“ systémem.

Jedná se o dva zásobníky nad sebou. Zatím co nahoře, hned u výstupu ze stroje je umístěn menší zásobník, pod ním je velký zásobník určený na dobré kusy dané zakázky. Právě vyrobené kusy, které padají ze stroje, míří nejdříve do menšího zásobníku. V okamžiku, kdy se menší zásobník začne plnit, má pracovník povinnost provést kontrolu znaků, které jsou v kontrolním plánu výroby definované ve sloupci „Série“. Pokud zjistí, že některý z kontrolovaných dílů neodpovídá, vadný díl je vyřazen a celý obsah menšího zásobníku je oddělen, hlášen kontrole a pozastaven štítkem (Obr. 71) k dalšímu šetření.

7.2.1.3. Statistická kontrola výroby

Tato kontrola je prováděna na kontrolní stanici společné pro dvě strojní zařízení. Jde o kontrolu pomocí předepsaných měřidel, které jsou napojená na systém DataMyte (v plánech kontroly značeno zkráceně DA-MY) (Obr. 72). Informace, které znaky mají být měřeny a čím, je stanovené v kontrolním plánu ve sloupci DZ – dokumentovaný znak. Všechny hodnoty, které jsou zde měřeny, systém okamžitě vyhodnocuje a ukládá do databáze.

Tento systém je také dopředu nastaven tak, aby při měření zobrazoval tolerance daného znaku. Na monitoru je každé měření vizualizováno a to jak číselně tak i barevně. Pokud jde o vyhovující hodnotu znaku, sloupec naměřené hodnoty se rozsvítí zeleně. Jde-li o hodnotu mimo tolerance, sloupec svítí červeně.

Při naměření hodnoty, která je prozatím vyhovující, ale je již blízko stanovené toleranci, se sloupec na monitoru rozsvítí oranžově. Díky tomu pracovník lehce rozpozná nejen vadný kus, ale i stav, kdy je potřeba zasáhnout, aby se předešlo výrobě vadných kusů. Tímto včasným odhalením „blížící“ se vady a okamžité reakce v podobě seřízení stroje nebo výměny nástroje může pracovník zásadně ovlivnit efektivitu výrobního procesu.

Kontrolní plán výroby dále udává četnost této statistické kontroly. U standardních dílů je statistická kontrola prováděna minimálně na 5 kusech každých 60 minut, u bezpečnostních kusů na 5 kusech každých 30 minut.

V případě, že by z nějakého důvodu systém nefungoval, je pracovník povinen kontrolu dokumentovat na formulář KONTROLNÍ LIST (Obr. 73)



Obr. 72: Stanice DataMytu [21]

Verze: 02-05/08		Kontrolní list										
Důvod vypsání kontrolního listu(charakteristika závady):												
Zakázka č.:		Stroj:		Výkres č.:		Jméno:		Datum:				
Čas	Předpis rozměru	Předpis rozměru	Předpis rozměru	Předpis rozměru	Předpis rozměru	Předpis rozměru	Potvrzení Kalibr	zkoušky:			Jméno:	Poznámka:
								Kroužek	Beizkabina			
	Skutečnost	Skutečnost	Skutečnost	Skutečnost	Skutečnost	Skutečnost	D	Š	D	Š	D	Š

Obr. 73: Ukázka kontrolního listu [19]

7.2.2. Kontrola prováděná pracovníkem útvaru TQM

Pracovník útvaru TQM provádí průběžnou kontrolu výroby, kterou dokumentuje na výrobních dokladech a na EVIDENČNÍM LISTU KONTROLY, jehož ukázka je uvedena níže (Obr. 74). Četnost této kontroly je co možná nejvyšší, minimálně však 2x za směnu a po dokončení výroby zakázky. Pracovník kontroluje 5 kusů minimálně na znaky uvedené pro zkoušku v sérii. Zjistí-li pracovník neshodné díly, seznámí s výsledkem obsluhu a díly pozastaví k dalšímu šetření.

V okamžiku, kdy je výroba dávky dokončena, je nutné zásobník s kusy k další operaci uvolnit. Pracovník útvaru TQM provede kontrolu 5 kusů minimálně na znaky uvedené pro zkoušky v sérii. Po ověření znaků označí zásobník razítkem kontroly (Obr. 75) nebo podpisem na výrobním příkaze u operace kontrola. Toto uvolnění se dále zaznamenává do systému XPPS, který řídí průběh zakázek a veškeré výrobní kroky.

JMÉNO: JASENOVSKÁ EVA				DATUM: 2.9.2008				SMĚNA: (R) O N				
Stroj	Č. zakázky	Rozměr	S	Norma	Čas	Výsledek	Čas	Výsledek	Čas	Výsledek	Čas	Výsledek
PAK 10	1017023-0000	178x28,5	S	1341.0	6 ³⁰	A	8 ³⁰	A	10 ³⁰	A	12 ³⁰	A
N 56												
MPA 12												
N 89 A	1017010-0000	178x28		1340.0	7 ⁰⁰	A	8 ³⁰	A				
N 89 B	1016953-0000	176x28		1346.0	12 ⁰⁰	A						
MPA 6												
MPA 13	1017068-0000	179x161,5		1382.0	8 ³⁰	A	10 ³⁰	A	12 ³⁰	A		
MPA 8												
MM 12	1017048-0000	1716x15x58	S	4299.4	6 ³⁰	A						
MM 12	1017049-0000	1714x15x58	S	4299.	8 ⁰⁰	A	8 ³⁰	A	10 ³⁰	A	12 ³⁰	A

Obr. 74: Ukázka evidenčního listu kontroly [19]

LISOVINA - UVOLNĚNO

Obr. 75: Razítko pro uvolnění dokončené dávky [19]

8. Návrh řešení a jejich rozpracování

Při zkracování času přestavby budeme postupovat dle metodiky SMED. V prvním kroku oddělíme externí a interní operace. V druhém kroku se zaměříme na redukci interních činností, realizovanou jejich transformací na činnosti externí. Posledním, avšak zásadním krokem bude návrh řešení, jejichž důsledkem by mělo být snížení času seřizování. Závěr této kapitoly je věnován návrhu zlepšení kontrolního systému.

8.1. Rozdělení činností na externí a interní

Interní činnosti jsme si již uvedli v *Analýze stávajícího stavu přetypování stroje*. Přistoupíme tedy ke stručnému přehledu činností externích, které byly stanoveny předchozím zaváděním metody SMED.

1. Vyzvednutí nástrojů
2. Vyzvednutí měřidel
3. Výměna výrobní dokumentace
4. Přípravení seřizovacího listu
5. Odstranění uvolňovacích kusů
6. Příprava nových mustrů
7. Naplnění fixírek
8. Příprava náhradního transportu
9. Příprava náhradní kazety kupy
10. Příprava náhradního víčka
11. Příprava a seřízení podávání do kupy

8.2. Transformace činností interních na externí

Drtivá většina činností nutných pro seřízení stroje Nedschroef NB 512 není možné vykonávat jako externí, teda za chodu stroje. Nelze demontovat nástroje z pevných částí stroje (razníkové bloky, matricový blok či vedení válcovačky) a nahrazovat je jinými ani seřizovat dopravní cesty pokud zařízení běží. Je jen několik částí stroje, které lze rychle a snadno demontovat, například transport umístěný v lisovací oblasti nebo kazeta kupy. Již dříve průmysloví inženýři provedli analýzu a zjistili, že doba potřebná na seřízení těchto částí je značná a proto byla realizována investice v podobě nákupu náhradních součástí. Zásadní byla především koupě náhradního transportu, jehož seřízení trvá přibližně 20 minut. Nyní se tedy toto seřízení provádí v externím čase.

Aktuální analýza přetypování stroje odhalila další čtyři interní činnosti, které by bylo možné provést v externím čase.

- Umístění pojízdného stolku k oblasti kupy

Jedná se o 1. úkon 2. operace, kterou provádí první přestavující. V externím čase obsluha připraví tento stolek k pracovnímu stolu a jeho přesun ke kupě se provádí až při přestavbě. Navrhují, aby byl tento stolek připraven obsluhou během externích činností.

- Vypsání zakázky

Druhý přestavující během operace č. 17 vypisuje údaje zakázky na štítek. Navrhují tuto činnost provádět až po přetypování tedy v době, kdy stroj už vyrábí.

- Úklid stahovacích pásek

Aby mohl být konec vstupního drátu ustřižen (operace č. 19 prováděná druhým přestavujícím) a následně zaveden mezi rovnací rolly, musí se nejdříve klubo drátu „rozbalit“. To se učiní rozříznutím kovových pásek, které klubo stahují. Přestavující potom tyto pásy sbírá z podlahy a odnáší je do kontejneru určeného pro kovový odpad, který je umístěn přibližně 10 metrů od stroje. Úkon č. 5 (úklid stahovacích pásek) je možné provádět až po uvolnění výroby na tomto stroji.

- Úklid papírových vystýlek

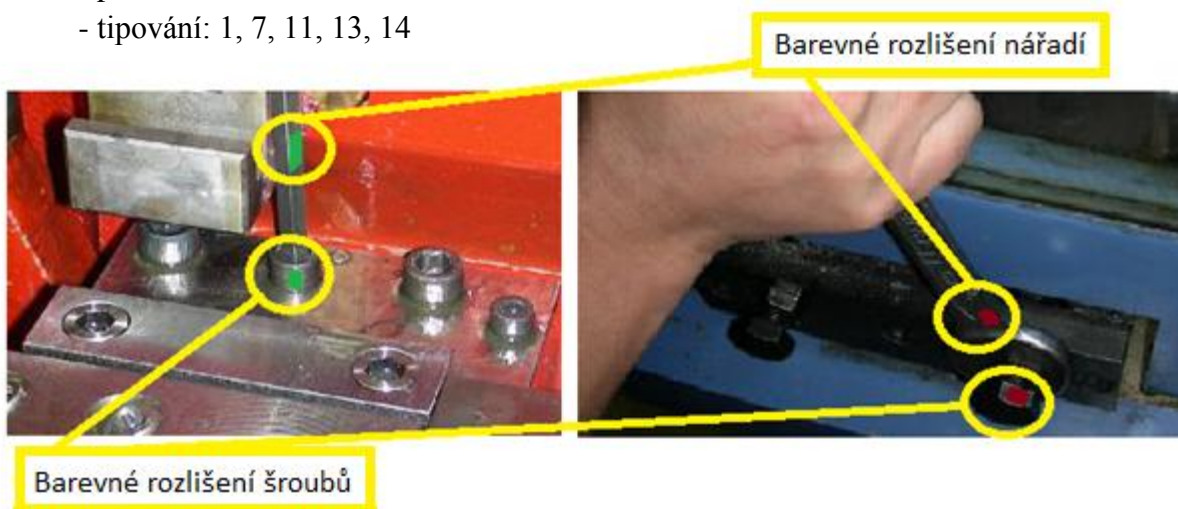
Jedná se o 6. úkon 19. operace, kterou provádí druhý přestavující ihned po úklidu stahovacích pásek, jimiž je klubo drátu zabaleno (viz. odstavec výše). Tyto vystýlky jsou umístěny pod stahovacími páskami a slouží k ochraně drátu před poškozením. Po rozstřížení pásek obsluha vystýlky sbírá a odnáší je do kontejneru určeného pro papírový odpad, který je od stroje vzdálen zhruba 8 metrů. Stejně jako úklid pásek i vystýlky se mohou odnést, až bude stroj vyrábět.

8.3. Návrh doporučených řešení pro snížení interních časů

- Značení nářadí a šroubů

Během přestavby opakovaně dochází ke zbytečné manipulaci nesprávného nářadí a ke krátkým okamžikům, kdy přestavující váhá, s jakým nářadím má pracovat. K odbourání tohoto druhu plýtvání doporučuji vizuální označení šroubů a k nim příslušného nářadí jak je znázorněno na obrázku 76. K tomuto rozlišení by byla použita sada barevných průmyslových propisovačů se šířkou stopy 3 mm. Při téměř zanedbatelné pořizovací investici by bylo možné odbourat čas způsobený váháním a špatnou volbou nářadí u všech operací obsahující povolování a utahování šroubů. Konkrétně se jedná o tyto operace:

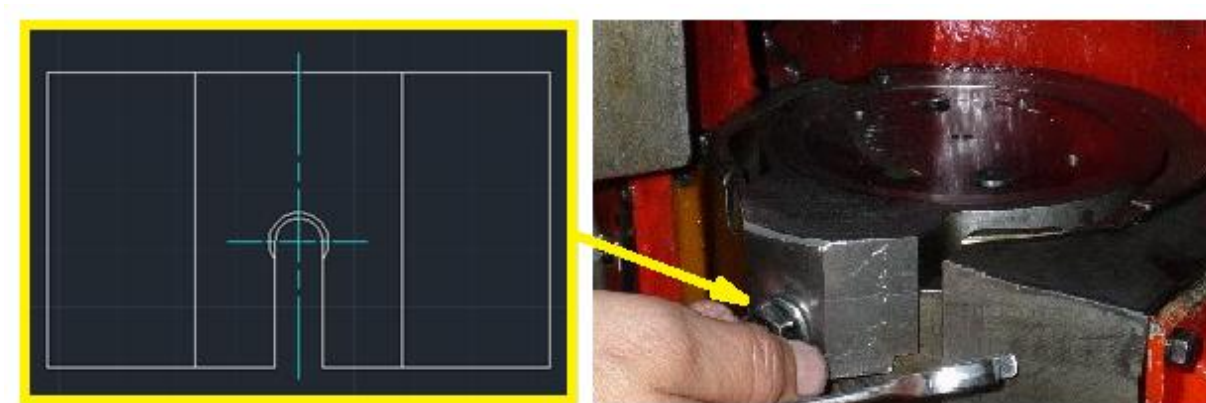
- prostor kupy a válcovačky: 3, 5, 6, 10, 11, 14 a 16
- prostor lisu: 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 13, 15, 18, 20
- tipování: 1, 7, 11, 13, 14



Obr. 76: Vizuální označení [21]

- Úprava konstrukce držáku víčka

Obsahem každé těžké přestavby je demontáž stávajícího víčka kupy i s držákem a montáž nového, které je již předem připravené na pojízdném stolku. Při výměně víčka musí obsluha nejprve povolit a vyjmout zajišťovací šroub a po usazení držáku s požadovaným víčkem tento šroub znovu vložit na své místo a utáhnout. Čas nutný k výměně tohoto komponentu navrhuji snížit pomocí malé úpravy konstrukce držáku. Jednalo by se vyfrézování drážky až k závitu (Obr. 77), aby bylo možné držák vyjmout směrem vzhůru jen po povolení šroubu. Tímto zlepšením by se docílilo zkrácení operace č. 3 prováděné prvním přestavujícím.



Obr. 77: Návrh drážky držáku [21]

- Označení náběhu a výběhu válcovacích čelistí

Před montáží válcovacích čelistí do prostoru válcovačky musí pracovník nejprve obě jejich hrany přeměřit pomocí posuvného měřítka (Obr. 78). Odlišuje tím pevnou a pohyblivou čelist a dále jejich náběhovou a výběhovou hranu, protože je nutné vložit čelisti do stroje ve správné poloze a to náběhovou hranou na náběhovou stranu válcovačky. Aby se odstranil čas přeměřování obou čelistí, doporučuji vizuální označení čelistí pomocí průmyslového popisovače, jak je znázorněno na obrázku 79. Písmeny P a N se značí pohyblivá a nepohyblivá čelist, V označuje výběhovou hranu. Tímto opatřením dojde ke zkrácení operace č. 8 prováděné prvním přestavujícím.



Obr. 78: Měření čelisti [21]

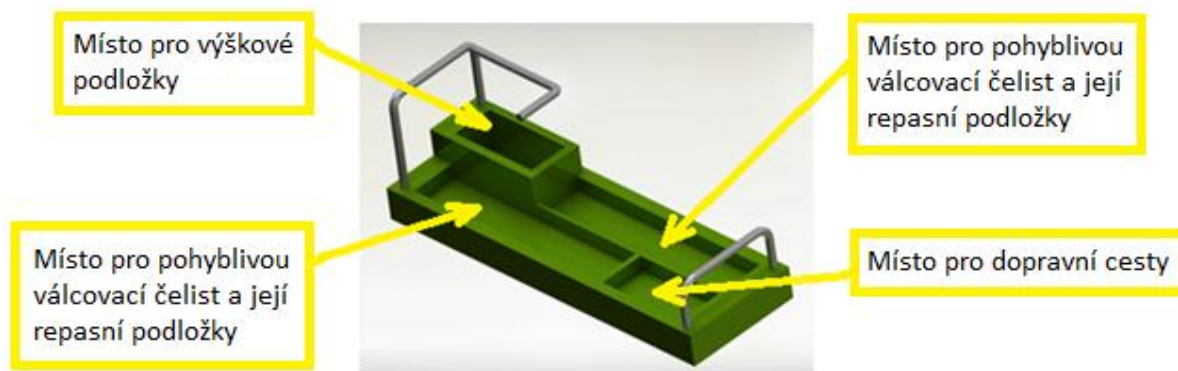
Obr. 79: Označení válcovací čelisti [21]

- Zásobník pro demontované součástky

Během přestavby dopravních cest před válcovačkou a válcovačky samotné pracovník odkládá demontované komponenty chaoticky na rampu a na pojízdný stolek. Vyjmuté šrouby zajišťující dopravní cesty umísťuje do různých míst rampy, aby nedošlo k jejich promíchání. Demontované pravítko pokládá mezi ně na rampu, zatímco přední a zadní dopravní cestu

odkládá na pojízdný stolek, kde jsou připravené nové dopravní cesty a hrozí tak jejich záměna. Poté uvolní upínky zajišťující polohu válcovacích čelistí a umístí je společně s repasními a výškovými podložkami na rampu. Demontované válcovací čelisti pokládá na pojízdný stolek.

Manipulace se všemi součástkami je zbytečně složitá a nestandardizovaná. Aby byl v demontovaných komponentech systém, nedocházelo k záměně s komponenty připravenými na montáž a odstranilo se plýtvání způsobené chůzí, tříděním a hledáním správného kusu, navrhuji zásobník, který bude umístěn na rampě. Zde bude mít každá součástka své místo a pro pracovníka bude pracoviště přehlednější. Použitím tohoto zásobníku (Obr. 80) dojde ke zkrácení a zpřehlednění operací č. 5 a 6, které provádí první přestavující.



Obr. 80: Zásobník pro demontované součástky [22]

- Zásobník pro montované součástky

Jedná se o rozměrově stejný zásobník, jaký je použit pro součástky demontované, ale tento je určený pro montáž. V externím čase se vybaví potřebnými komponenty a poté bude umístěn na pojízdný stolek. Zde bude položen, dokud pracovník neprovede demontáž dopravních cest a válcovačky. Poté zásobník pro demontované součástky přesune na pojízdný stolek a zásobník připravený pro montáž umístí na rampu. Tento přesun je bohužel nevyhnutelný, protože rampa má omezené rozměry a pro oba zásobníky tam není prostor (Obr. 81).

S ohledem na ergonomii práce nelze použít ani patrový zásobník. Aby se pracovník nemusel pracně natahovat pro součástky umístěné v horním patře, volím dva samostatné zásobníky. Použitím tohoto zásobníku zkrátíme a zpřehledníme operace č. 8 a 10, které provádí první přestavující.

- Malý zásobník

Při demontáži dopravních cest a válcovačky jsou použity šrouby a upínky, které jsou univerzální pro demontované i následně montované komponenty. Z tohoto důvodu zůstanou šrouby a upínky na rozdíl od ostatních komponent na rampě po celou dobu přetypování oblasti. Pro jejich přehledné umístění a snazší dosah doporučuji použití malého zásobníku (Obr. 82), který bude zavěšen na okraji již zmíněné rampy. Zásobník slouží dále jako odkládací plocha pro drátek, se kterým pracovník pracuje při seřizování dopravních cest za kupou a před válcovačkou. Při využívání tohoto zásobníku se docílí zkrácení operací č. 5, 6, 8, 10, 11 a 12, které provádí první přestavující.



Obr. 81: Rampa nad válcovačkou [21]

Obr. 82: Malý zásobník [22]

- Zásobník umístěný na pojízdném stolku

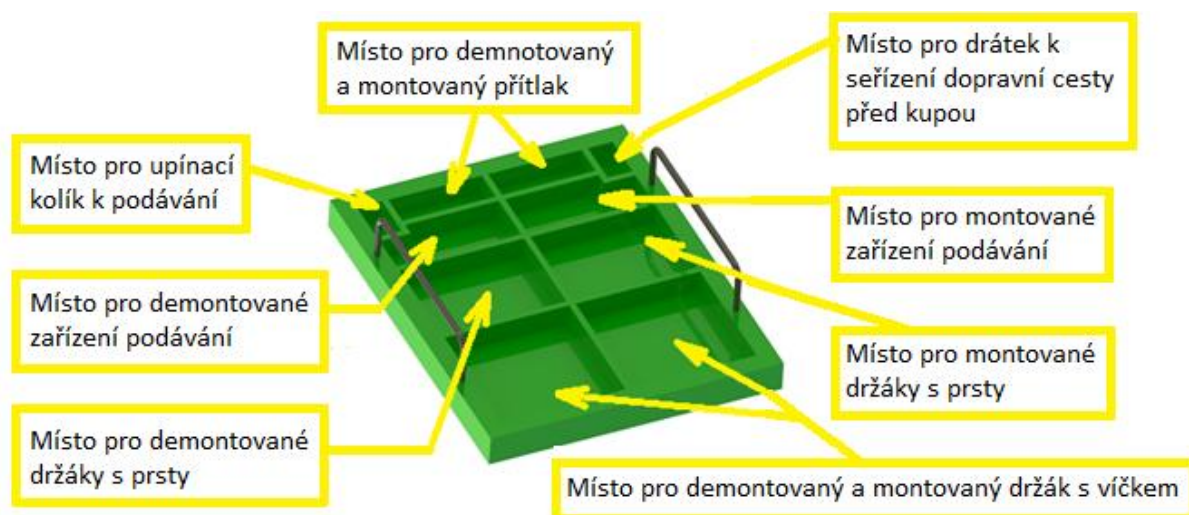
Během přetypování kupy pracovník odkládá demontované komponenty na pojízdný stolek (Obr. 83), kde se nachází předem připravené součástky určené pro montáž, posuvné měřítko, hadříky a drátky pro seřizování dopravních cest. Z důvodu ledabylého odkládání těchto věcí se deska pojízdného stolku stává nepřehlednou. Pracovník se v součástkách špatně orientuje a snadno tak dojde k jejich záměně.



Obr. 83: Pojízdný stolek s demontovanými komponenty [21]

Aby každý komponent měl své určené místo a na první pohled bylo zřejmé, zda se jedná o součást demontovanou či připravenou na montáž, doporučuji použití zásobníku (Obr. 84), který bude na desce stolku položen po celou dobu přestavby.

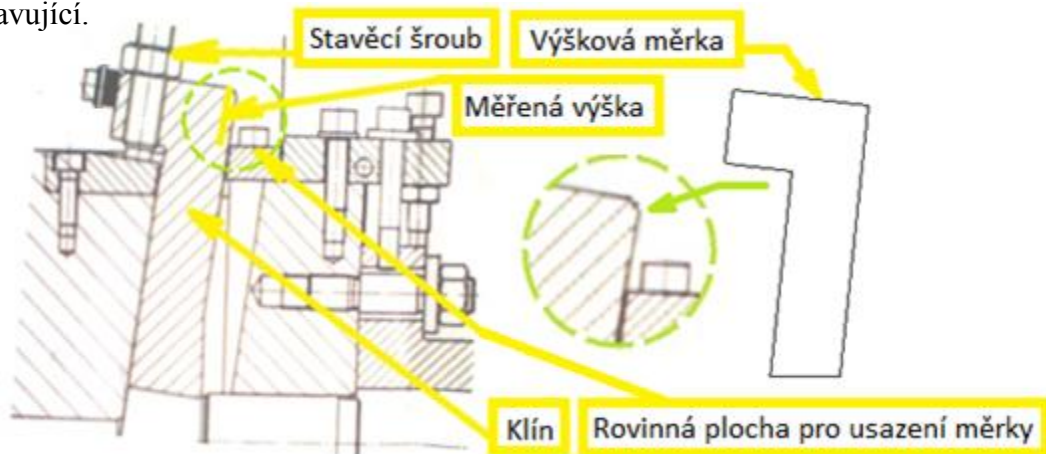
Ten by se skládal ze dvou identických polovin. Zatímco co jedna strana zásobníku by sloužila pro odkládání demontovaných součástek, v druhé straně by byly přehledně uloženy součástky pro montáž. Zpřehledněním odkládací plochy pomocí tohoto zásobníku docílíme snížení času operací č. 2 a 3, které provádí první přestavující.



Obr. 84: Zásobník pro součástky kupy [22]

- Sada výškových měrek

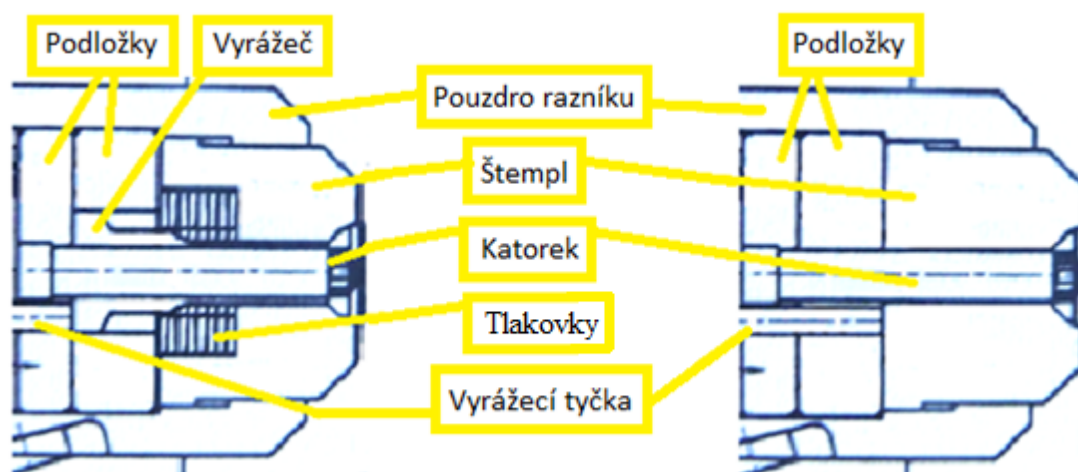
Vysunutí razníků z razníkových bloků se nastavuje seřízením klínů na přesně stanovenou výšku. Toto nastavení je z časového hlediska velmi náročné, protože pracovník klíny nastavuje odhadem pomocí stavitelných šroubů a poté míru ověřuje posuvným měřítkem (Obr. 49 na str. 40), dokud nastavená výška u všech funkčních lisovacích stupňů neodpovídá seřizovacímu listu. Opakovaným přeměřováním nastavené výšky se čas operace značně prodlužuje, proto navrhuji sadu ocelových měrek, které budou vyhotoveny pro všechny lisovací stupně těžkých přestaveb probíhajících na tomto stroji. Tyto měrky ve tvaru „L“ o průřezu 20x10 mm bude pracovník přikládat na rovinnou plochu před klíny (Obr. 85) a podle jejich délky nastaví výšku klínu. Poté co horní plocha klínu dosedne na broušenou hranu měrky, pracovník měrku odloží na desku stojanu v oblasti lisu a nastavenou výšku překontroluje posuvným měřítkem. Tyto měrky budou uloženy ve skladu nářadí a jejich označení bude provedeno průmyslovým popisovačem. Na jejich delší vnější hraně bude čitelně zaznamenán vnitřní délkový rozměr, který je pro seřízení klíčový. Požíváním těchto jednoduchých měrek, které slouží jako dorazy, se odstraní čas potřebný pro neustálé přeměřování nastavené výšky klínů. To se projeví zkrácením operace č. 12, kterou provádí druhý přestavující.



Obr. 85: Znázornění výškové měrky a její umístění [21]

- Úprava konstrukce razníku 4. lisovacího stupně

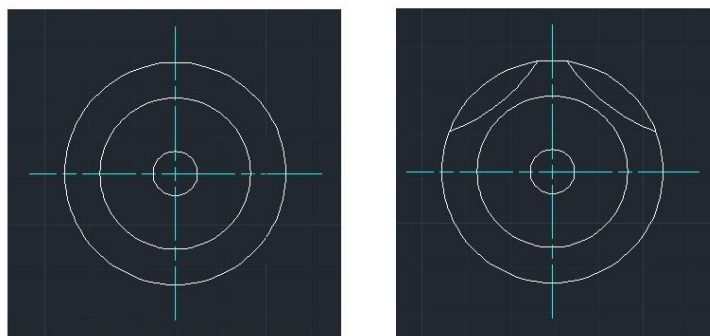
Po výměně razníků je nutné nastavit jejich souměrnost takzvaným „osováním“, čímž je myšleno nastavení takové polohy razníků, aby vylisované prvky šroubu byly přesně na středu. Osování razníků se provádí prostřednictvím šroubů umístěných po obou stranách razníků. Pro výrobu tohoto konkrétní typu šroubu je použit na 4. lisovacím stupni razník, který je velmi členitý, čímž je jeho osování značně ztíženo. Seřízení tohoto razníku je podstatně delší než u ostatních a navíc je razník velmi nestabilní. Aby byla dodržena předepsaná souměrnost výlisků, je nutné doseřídít polohu razníku i během výrobního procesu, což vede znatelným ztrátám. Další velkou nevýhodou této konstrukce je vznik vůlí v oblasti tlakové komory, jejichž důsledkem dochází k většímu namáhání katorku a tedy ke snížení životnosti celého razníku. Při bližším rozboru tohoto slabého místa bylo zjištěno, že konstrukce razníku je zbytečně složitá a postrádá smysl. Ve spolupráci se zaměstnanci firmy Kamax s.r.o. jsme navrhli jednoduchou úpravu, která konstrukci zjednoduší, podpoří stálost seřízení a zásadně prodlouží životnost razníku. Změna konstrukce spočívá v odstranění tlakové komory s pružinou a vyrážecem. Ponechá se pouze štempl a katorek, který plní funkci vyrážече. Na obrázku 86 je možné vidět provedené změny razníku. Tato úprava je finančně zanedbatelná a jejím provedením dojde jak ke ztracení operace č. 7, kterou provádí během tipování druhý přestavující, ale především k odstranění plýtvání způsobené zásahy do výrobního procesu.



Obr. 86: Konstrukce razníku 4. lisovacího stupně před (vlevo) a po úpravě (vpravo) [21]

- Úprava přední části razníků

Pro přesun polotovaru mezi jednotlivými stupni lisování slouží transportní prsty, které jsou součástí transportu. Při tipování musí pracovník jednotlivé dvojice prstů načasovat podle seřizovacího listu tak, aby při procesu lisování přesně navazovali na pohyby razníků. Během doby, kdy razník lisuje materiál, prsty musí být otevřené. V okamžiku, kdy se razníky vzdalují od matric, prsty uchopí výlisek a transportují ho k následující lisovací operaci. Takt lisování, kdy razníky vyjíždí vpřed a vzad, je velmi rychlý a proto musí být časování precizně seřízené. V případě, že by seřízení nebylo přesné nebo by nastala chyba otevírání, přijíždějící razník by prsty rozmačkal. Aby se snížilo riziko kolize způsobené nepřesným načasováním transportu, doporučuji vyfrézovat v přední části razníku dvě zaoblení o hloubce 7 mm tak, jak je vyobrazeno na obrázku 87.

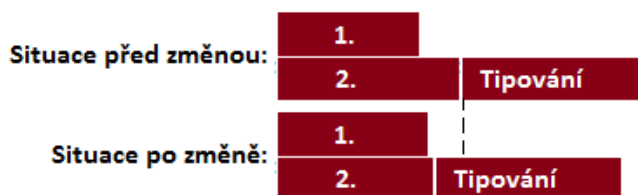


Obr. 87: Zobrazení přední části razníku před (vlevo) a po úpravě (vpravo) [23]

Touto jednoduchou a finančně nenáročnou úpravou získají mít prsty více času na otevření a transport. Navrhované opatření nezkrátí čas žádné operace přestavby, ale znatelně sníží náklady na opravy zařízení a čas odstávky stroje.

- Přesun činnosti „Nastavení délky ústřížku“

Realizací všech uvedených návrhů řešení dojde k situaci, kdy přestavba lisu (druhý přestavující) trvá o něco déle než přestavba kupy a válcovačky (první přestavující). To ale není produktivní, protože tipování je možné provést až po přetypování všech tří oblastí. Nastává zdržení zahájení tipování, protože druhý přestavující musí nejdříve dokončit hrubou přestavbu. Doporučuji přesunout operaci přestavby č. 16, kterou provádí druhý pracovník, mezi činnosti vykonávané prvním pracovníkem (Obr. 88). Tímto zkrácením doby přestavby lisu na úkor prodloužení práce prvního přestavujícího dojde k vyrovnání doby práce obou pracovníků. To vede k dřívějšímu zahájení tipování a tím zkrácení celkové doby přestavby.



Obr. 88: Přesun operace mezi pracovníky [21]

8.4. Zlepšení kontrolního systému

Hlavní prioritou firmy Kamax je vysoká kvalita výrobků a spokojenost zákazníka. Cílem společnosti je výroba produktů s nulovou chybovostí a na splnění tohoto vysokého nároku je vytrvale soustředěna značná pozornost. V důsledku toho zde funguje hluboce propracovaný kontrolní systém, jehož část týkající se strojní výroby je popsána v kapitole 7 (Analýza stávajícího stavu zajištění jakosti v technologickém procesu výroby). Najít slabé místo v takto precizně „vybroušeném“ procesu kontroly bylo velmi obtížné. Přes veškeré své úsilí jsem odhalila jen jeden problém a to s kontrolním zařízením Brankamp. Ten při přestavbě stroje i během výroby občas signalizuje chybové hlášení, které se po příchodu obsluhy ukáže jako neoprávněné. Tyto „plané poplachy“ vedou k prodloužení doby přestavby i samotné výroby, což má za následek zvyšování nákladů. Navrhovala bych provést důkladnou **analýzu kontrolního zařízení**, která by odhalila příčinu problému a nastínila jeho řešení.

9. Stručné zhodnocení doporučených řešení

Pro objektivní srovnání navrhovaných zlepšení si u všech případů uvedeme tři základní ukazatele. Těmi jsou investice nutná pro realizaci řešení, úspora času získaná jejich užíváním, a rozsah vlivu. Třetím ukazatelem je myšleno, jestli má dané řešení kladný dopad jen na průběh přestavby nebo i na výrobní proces. Pro porovnání jsou doporučená řešení s těmito ukazateli uvedeny v přehledné tabulce v PŘÍLOZE II.

- Umístění pojízdného stolku k oblasti kupy

Přesunutí pojízdného stolku k oblasti kupy v externím čase na rozdíl od stávajícího stavu, kdy byla tato činnost řazena k interním.

Investice pro realizaci: pro vykonání této činnosti nejsou nutné žádné finance

Úspora času: přibližně 15 sekund

Rozsah vlivu: umístění stolku během přípravy má za důsledek *zkrácení doby přestavby*

- Vypsání zakázky

Tato činnost byla ve stávajícím stavu prováděna druhý přistavující během přestavby. Vypsání zakázky bylo doporučeno přesunout mezi operace interní.

Investice pro realizaci: pro vykonání této činnosti nejsou nutné žádné finance

Úspora času: přibližně 30 sekund

Rozsah vlivu: provedením této operace v externím čase docílíme *zkrácení doby přestavby*

- Úklid stahovacích pásek

Uklizení pásek stahujících klubo drátu je možné provést i po přestavbě, jelikož pásy na pracovišti nijak nepřekáží.

Investice pro realizaci: pro vykonání této činnosti nejsou nutné žádné finance

Úspora času: přibližně 30 sekund

Rozsah vlivu: vykonání úklidu pásek za chodu stroje vede ke *snížení času přestavby*

- Úklid papírových vystýlek

Odnesení těchto vystýlek do kontejneru je též možné přesunout mezi externí činnosti provedené po ukončení přestavby.

Investice pro realizaci: pro vykonání této činnosti nejsou nutné žádné finance

Úspora času: přibližně 30 sekund

Rozsah vlivu: uklizením papírových vystýlek až po přestavbě se docílí *zkrácení času změny*

- Značení nářadí a šroubů

Toto vizuální rozlišení pomocí barevných popisovačů pracovníkovi ulehčí výběr nářadí k povolování či utahování šroubů.

Investice pro realizaci: pořizovací cena sady barevných průmyslových popisovačů je 560 Kč

Úspora času: přibližně 2 minuty a 18 sekund

Rozsah vlivu: tímto označením se urychlí práce se šrouby při *přestavbě i zásazích do výroby*

- Úprava konstrukce držáku víčka

Jednoduchou úpravou konstrukce je myšleno vyfrézování drážky až k vnitřnímu závitu. Tímto se výměna víčka zjednoduší a urychlí.

Investice pro realizaci: náklady na vytvoření drážky jsou přibližně 70 Kč

Úspora času: přibližně 15 sekund

Rozsah vlivu: touto změnou se urychlí, a tedy *sníží čas přestavby* kupy

- Označení náběhu a výběhu válcovacích čelistí

Již zmíněné popisovače využijeme dále k popisu válcovacích čelistí, aby pracovník pouhým pohledem okamžitě věděl, která čelist je pohyblivá a jaká hrana je výběhová.

Investice pro realizaci: na realizaci tohoto zlepšení nejsou nutné žádné finance (použijí se ty samé popisovače, které byly zakoupeny za účelem označení šroubů a nářadí)

Úspora času: přibližně 30 sekund

Rozsah vlivu: provedením tohoto opatření docílíme *zkrácení doby přestavby* válcovačky

- Zásobník pro demontované součástky

Z důvodu zpřehlednění pracoviště a odstranění plýtvání (zbytečná manipulace a chůze) při přetypování válcovačky, byl navržen zásobník, do kterého by pracovník systematicky umísťoval demontované komponenty.

Investice pro realizaci: pořizovací cena zásobníku je 3 227 Kč

Úspora času: přibližně 45 sekund

Rozsah vlivu: provedením tohoto opatření docílíme *zpřehlednění pracoviště a zkrácení doby přestavby* válcovačky

- Zásobník pro montované součástky

Jedná se o naprosto stejný zásobník jako je pro demontované součástky, ovšem tento slouží pro přehledné uložení součástek montovaných. Rozdělením demontovaných a montovaných součástek se minimalizuje riziko jejich záměny, jejíž důsledkem je montáž dříve demontovaného komponentu zpět do stroje.

Investice pro realizaci: pořizovací cena zásobníku je 3 227 Kč

Úspora času: přibližně 1 minutu

Rozsah vlivu: provedením tohoto opatření docílíme *zpřehlednění pracoviště a zkrácení doby přestavby* válcovačky

- Malý zásobník

Tento zásobník bude zavěšen na rampě a bude sloužit k přehlednému ukládání upínek a šroubů používaných při přestavení válcovačky.

Investice pro realizaci: pořizovací cena zásobníku je 1 080 Kč

Úspora času: přibližně 20 sekund

Rozsah vlivu: provedením tohoto opatření docílím *zpřehlednění pracoviště a e zkrácení doby přestavby* válcovačky

- Zásobník umístěný na pojízdném stolku

Během přestavby kupy a válcovačky se bezmyšlenkovitým odkládáním komponentů stává odkládací plocha nepřehledná, což vede k tomu, že se pracovník ve věcech špatně orientuje. To způsobuje plýtvání vzniklé hledáním správné součástky. Tento zásobník napomůže k zpřehlednění pracoviště, kdy má každý komponent své jasně stanovené místo.

Investice pro realizaci: pořizovací cena zásobníku je 7 056 Kč

Úspora času: přibližně 1 minutu

Rozsah vlivu: užíváním tohoto zásobníku dosáhneme *zpřehlednění pracoviště a zkrácení času nutného pro přestavbu*

- Sada výškových měrek

Nastavení výšky klínu v razníkových blocích je prováděno pomocí posuvného měřítka, kdy je seřizovaná hodnota stále přeměřována, dokud odpovídá seřizovacímu listu. Pro odstranění plýtvání způsobené tímto opakovaným měřením bylo doporučeno využití sady výškových měrek.

Investice pro realizaci: pořizovací cena jedné měrky je přibližně 85 Kč, pro jednu přestavbu je nutná sada 4 – 5 těchto měrek, na stroji probíhá za rok zhruba 20 různých těžkých přestaveb, tudíž celková pořizovací cena měrek je 7 650 Kč

Úspora času: přibližně 3 minuty 30 sekund

Rozsah vlivu: užíváním těchto měrek docílíme *zkrácení času přestavby lisu*

- Úprava konstrukce razníku 4. lisovacího stupně

Osování 4. razníku při přestavbě na daný typ šroubu je velmi komplikované a časově náročné, proto je navržena úprava konstrukce. Investice pro tuto změnu je vyšší, ale bude mít značný vliv jak na dobu přestavby, tak i na výrobní proces. Během výroby totiž stávající razník vyžaduje opětovné doseřízení a navíc je velmi náročný na opotřebení.

Investice pro realizaci: 9 900 Kč

Úspora času: přibližně 4 minuty a 30 sekund (*jen čas přestavby*)

Rozsah vlivu: provedením této změny konstrukce dosáhneme *zkrácení času přestavby lisu, zkrácením času odstávky stroje při výrobě a snížení nákladů na opravu nástroje*

- Úprava přední části razníků

Transportní prsty, které dopravují polotovary od operace stříhu až k poslednímu funkčnímu lisovacímu stupni jsou vystaveny riziku rozmáčknutí razníkem. K této kolizi dojde, pokud budou prsty při přestavbě nepřesně načasovány nebo se vyskytne chyba otevírání a zavírání. Aby měli prsty více času na svůj úkon, je navržena jednoduchá úprava razníků. Jelikož tato změna nepřináší žádné zkrácení doby přestavby, nebudeme ji do celkové kalkulace zahrnovat.

Investice pro realizaci: *přibližně 500 Kč (úprava 5 razníků)*

Úspora času: *žádná úspora času pro přestavbu*

Rozsah vlivu: provedením této změny docílíme *zkrácení času odstávky stroje při výrobě a snížení nákladů na opravu nástrojů*

- Přesun činnosti „Nastavení délky ústřížku“

Pro dřívější zahájení tipování byl navržen přesun operace prováděných druhým představujícím mezi operace prvního představujícího. Tím je dosaženo vyrovnání času hrubé přestavby obou pracovníků.

Investice pro realizaci: pro realizaci této změny není zapotřebí žádných financí

Úspora času: *přibližně 1 minuta*

Rozsah vlivu: provedením tohoto přesunu operace docílíme *zkrácení času přestavby*

- Analýza kontrolního zařízení

Při přestavbě i při výrobě se občas stane, že kontrolní zařízení Brankamp hlásí chybu, která se záhy ukáže jako neopodstatněná. Doporučuji se zaměřit na tento problém a provést analýzu výrobcem zařízení. Z důvodu předem těžko odhadnutelné ceny nebudu tuto změnu do celkové kalkulace započítávat.

Investice pro realizaci: *finanční náročnost této akce závisí na výrobcu a na rozsahu zjištěného problému*

Úspora času: odstranění každé plané hlášky je přibližně *1 minuta*

Rozsah vlivu: provedením této změny docílíme především *zkrácení času přestavby*

10. Shrnutí a zhodnocení dosažených výsledků, ekonomické hodnocení a vyvození závěru

10.1. Shrnutí a zhodnocení dosažených výsledků

Při použití všech doporučených řešení je možné dosáhnout snížení času průměrné těžké přestavby ve dvou pracovnících o 12 minut a 28 sekund, což je téměř o 14% předchozí doby přetypování. Je nutné říci, že celková úspora času je o 4 minuty a 25 sekund vyšší, ovšem tohoto zkrácení je dosaženo při přestavbě kupy a válcovačky, která se kryje s časem přestavby lisu a tudíž není do doby samotného přetypování stroje započítána.



Obr. 89: Výsledek procesu redukce času těžké přestavby [24]

Na obrázku 89 je znázorněn procentuální podíl zlepšení, která vedou ke zkrácení času přestavby o 13,47%. Snížení času přestavby z 92,57 minut na 80,1 (86,53% původní doby) bylo dosaženo přesunem 1,45 minut (1,89%) na externí činnosti a zkrácením interních činností o 10,72 minut (11,58%).

Detailní rozbor stávajícího a zlepšeného stavu analyzované přestavby je k dispozici v PŘÍLOZE III a IV. Obsahem PŘÍLOHY V je pak grafické porovnání obou stavů a shrnutí výsledků.

Při aplikaci výše uvedených řešení se nabízí možnost využití jejich univerzálnosti. Většina návrhů lze totiž použít i při přestavbách lehkých a středních. Toto rozšíření působnosti navrhovaných zlepšení se příznivě projeví především zvýšením celkové efektivity zařízení (CEZ – OEE) a snížením návratnosti investic, nutných k jejich realizaci.

10.2. Ekonomické hodnocení

Zásadním přínosem zkrácení času přestavby je zvýšení produktivity stroje. Každým okamžikem, kdy je zařízení mimo provoz, přichází firma o výnosy z výroby. Konkrétně u stroje Nedschroef NB 512 způsobuje každá minuta odstávky ztrátu 13,3125 Kč. Z tohoto důvodu je žádoucí zaměřovat se na příčiny nevytíženosti stroje a eliminovat je. Snad nejvíce časově náročná je přestavba stroje a proto by mělo být vynaloženo všech prostředků na její zkrácení. Pro realizaci všech navrhovaných řešení je nutná finanční investice 35 920 Kč. Čas, za který se vrátí tyto náklady v podobě zisku z produkce, stanovíme pomocí výpočtu **průměrné doby návratnosti**. Budeme vycházet ze vztahu (1), kde zjišťovaná doba návratnosti vystupuje jako podíl investičních výdajů a průměrného ročního cash flow (v tomto případě celková finanční úspora za rok) [19]

$$\phi t_N = \frac{IN}{\phi CF} \quad (1)$$

Abychom mohli vypočítat průměrnou dobu návratnosti všech navrhovaných řešení, musíme nejprve stanovit úsporu času a financí u jednotlivých návrhů. Protože postup výpočtu u dílčích případů se stále opakuje, uvedeme si pro názornost pouze jeden příklad. Jako vzor provedeme kalkulaci zásobníku pro montované součástky.

10.2.1. Vzorový výpočet doby návratnosti investice pro realizaci zásobníku pro montované součástky

- **Pořizovací cena zásobníku:** 3 227 Kč

- **Průměrná hodinová sazba stroje (výnosy při výrobě):** 798,75 Kč

Při určení úspory času budeme brát v úvahu využití zásobníku nejen během těžkých přestaveb, ale i při lehkých a středních.

- **Časová a finanční úspora pro jednotlivé druhy přestavby:**

Těžká přestavba: ušetřena 1 minuta, úspora 13,3125 Kč na jedné přestavbě

Střední přestavba: ušetřeno 15 sekund, úspora 3,33 Kč na jedné přestavbě

Lehká přestavba: ušetřeno 15 sekund, úspora 3,33 Kč na jedné přestavbě

- Finanční úspora za rok:

Nejprve určíme roční úsporu jednotlivých přestaveb a to tak, že finanční úsporu jedné přestavby vynásobíme jejich počtem za rok (1.1, 1.2, 1.3). Poté dílčí výsledky sečteme (1.4).

$$\text{Pro těžkou přestavbu: } CF_{TP,rok} = CF_{TP} * n_{TP,rok} = 13,3125 * 52 = 692,25 \text{ Kč} \quad (1.1)$$

$$\text{Pro střední přestavbu: } CF_{SP,rok} = CF_{SP} * n_{SP,rok} = 96,57 \text{ Kč} \quad (1.2)$$

$$\text{Pro lehkou přestavbu: } CF_{LP,rok} = CF_{LP} * n_{LP,rok} = 16,65 \text{ Kč} \quad (1.3)$$

Celková finanční úspora

$$\text{za rok činí: } \phi CF_1 = CF_{TP,rok} + CF_{SP,rok} + CF_{LP,rok} = 805,47 \text{ Kč} \quad (1.4)$$

- Doba návratnosti investice:

Dobu, kdy se vrátí náklady pro pořízení zásobníku na montované součástky, stanovíme tak, že počáteční výdaje (pořizovací cena) a finanční úsporu za rok (1.4) dosadíme do vzorce (1).

$$\phi t_{N1} = \frac{IN_1}{\phi CF_1} = \frac{3\,227}{805,47} = 4,006 \text{ let tedy 4 roky a 2 dny}$$

10.2.2. Průměrná doba návratnosti investice na realizaci všech zlepšení

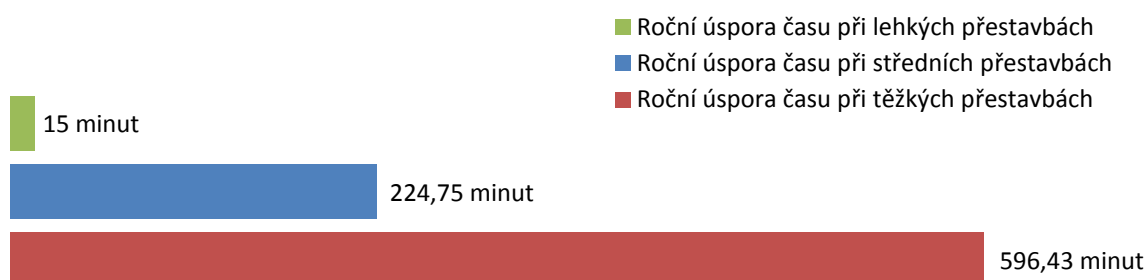
Jestliže provedeme výpočet finančních úspor za rok pro všechny návrhy tak, jak je to tomu v kapitole 10.2.1. a výsledné úspory sečteme, dostaneme celkovou roční finanční úsporu (1.5). Tuto hodnotu pak dosadíme spolu s celkovou finanční investicí, která činí 35 920 Kč, do vzorce (1). Výsledkem bude průměrná doba návratnosti investice potřebná pro aplikaci všech doporučených řešení. [6]

$$\phi CF = \sum_{i=1}^n \phi CF_n = 11\,131,71 \text{ Kč} \quad (1.5)$$

$$\phi t_N = \frac{IN}{\phi CF} = \frac{35\,920}{11\,131,71} = 3,227 \text{ roku tedy 3 roky a 83 dní}$$

Na obrázku 90 je možné porovnat roční úsporu času u jednotlivých druhů přestaveb při použití všech uvedených zlepšení.

Informace uvedené ve výpočtu návratnosti v kapitole 10.2. byly získané z interních materiálů firmy Kamax s.r.o. z roku 2012.



Obr. 90: Srovnání ročních úspor času při jednotlivých druzích přestaveb[24]

11. Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo snížit čas těžké přestavby stroje Nedschroef NB 512, prováděné dvěma pracovníky, pomocí metodiky SMED a dále zabudování prvků jakosti do výrobního procesu.

Pokud se zaměříme na první část zadání, tedy zkrácení doby přetypování, můžeme říci, že bylo dosaženo uspokojivého výsledku. I přesto, že na daném stroji byla již dříve metoda SMED aplikována, podařilo se snížit čas těžké přestavby ve dvou o téměř 14% předchozí doby. Této úspory bylo dosaženo pomocí třech základních kroků. Prvním krokem bylo oddělení interních a externích operací. V druhém kroku byla provedena detailní analýza interních činností, která mimo jiné odhalila úkony, jenž je možno provést při chodu stroje. Tímto přesunem činností mezi externí jsme zkrátali celkovou dobu přestavby o 1 minutu a 45 sekund. Posledním krokem bylo snížení času interních operací pomocí navrhovaných řešení. Jejich aplikace by vedla úspoře času přestavby o dalších 10 minut a 43 sekund. Za předpokladu, že využijeme všech doporučených řešení, docílíme zkrácení přestavby ve dvou z původních 92 minut 34 sekund na 80 minut 6 sekund, čímž se o něco přiblížíme stanovenému cíli 60 minut. Je nutné říci, že celkový uspořený čas je 16 minut a 53 sekund, ovšem z toho 4 minuty a 25 sekund, získané na přestavbě kupy a válcovačky, se ve zkrácení celkové doby přestavby neprojeví. Důvodem je souběžnost s přestavbou lisu. Pro snížení času těžké přestavby ve dvou o 12 minut 28 sekund je zapotřebí počátečních investic ve výši 32 770 Kč. Pokud využijeme univerzálnosti doporučených řešení a aplikujeme je i na střední a lehké přestavby, vynaložené finanční prostředky se za současného stavu přestaveb vrátí za 3 roky a 83 dní. Přínos navrhovaných zlepšení není jen ve zkrácení doby přestavby a tudíž zvýšení produktivity stroje, ale i ve větší přehlednosti pracoviště a snížení nároků na ergonomii pracovníka, což vede ke zvýšení jeho motivace. Nesmíme opomenout fakt, že na rychleji provedené přetypování stroje má velký vliv i motivace ve formě finančních odměn. Na stroji Nedschroef NB 512 je zabudován motivační systém, který funguje na principu odstupňovaných bonusů. Pracovník je podle doby a provedení přestavby finančně ohodnocen, čímž je podpořena snaha o dosažení stanovených cílů.

Mým druhým úkolem bylo navrhnout zlepšení kontrolního systému a prvků zajišťující jakost výrobního procesu. Z provedené analýzy vyplynulo, že je systém povýrobní kontroly na tak vysoké úrovni, že není nutné žádných změn. Na tuto oblast je kladen velký důraz a to z důvodu, že hlavní prioritou firmy Kamax s.r.o. je spokojenost zákazníka. Důsledkem zvýšené pozornosti věnované kontrole je precizní propracovanost celého systému. Kontrolu důležitých znaků každého šroubu přímo během jejich výroby zajišťují prvky zabudované v konstrukci stroje. Těmito nástroji, které dohlíží na jakost výroby, je myšlen soubor čidel, které sledují celý výrobní proces a při zaznamenání jakékoliv nepřesnosti či závady okamžitě předají informaci kontrolnímu zařízení Brankamp, které vzniklou situaci vyhodnotí, provede příslušná opatření a upozorní obsluhu. Začlenění takového systému stoprocentní kontroly do výrobního procesu, vede ke zvýšení automatizace stroje Nedschroef NB 512. Kromě dodržení stanovené výrobní jakosti přináší prvky koncepce JIDOKA ještě další nesporné výhody. Těmi nejvýznamnějšími je úspora nákladů, které by byly nutné vynaložit na sledování procesu obsluhou a snížení času nutného pro nápravu způsobených vad a defektů.

Systém zajištění jakosti při výrobě je též vysoce spolehlivý. Doporučila bych snad jen, zaměřit se na občasné neopodstatněné chybové hlášení zařízení. K odstranění této formy plýtvání by napomohlo provedení analýzy problému výrobcem.

Závěrem tedy mohu konstatovat, že přínos této bakalářské práce pro firmu Kamax s.r.o. je především v části zabývající snížením času těžké přestavby ve dvou přestavujících. Na základě provedené analýzy byl vytvořen standard přestavby, ve kterém jsou popsány veškeré prováděné úkony a dále návrh řešení, jejichž realizací získáme časovou úsporu, vizualizaci náradí, větší přehlednost pracoviště a snížení nároků na ergonomii pracovníka. V oblasti kontroly a zajištění jakosti ve výrobě zbylo jen velmi málo prostoru pro zlepšení. Z tohoto důvodu jsem mohla pouze celý kontrolní systém popsat a vyhodnotit ho jako velmi důkladný a efektivní.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Knihy doporučené:

- [1] MAŠÍN, I.; VYTLAČIL, M. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- [2] LIKER, J. K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. 1.vyd. Praha: Management Press s.r.o., 2007, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [3] IMAI, M. *Gemba kaizen*. Brno: Computer Press a.s., 2008, 1.vyd.dotisk. 312 s. ISBN 80-251-0850-3.

Další knihy:

- [4] ŘEZÁČ, J. *Moderní management: Manažer pro 21.století*. 1.vyd. Brno: Computer Press a.s., 2009, 397 s. ISBN 978-80-251-1959-4.
- [5] KOŠTURIÁK, J; FROLÍK, Z a kol. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1.vyd. Praha: Alfa Publishing a.s., 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [6] SCHOLLEOVÁ, H. *Ekonomické a finanční řízení pro ekonomy*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2008, 256 s. ISBN 978-80-247-2424-9.

Internetové zdroje:

- [7] KORMANEC, P. *SMED*. IPA Slovník [online].© 2012 [cit. 6.5.2013]. Dostupný z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/smed>
- [8] KRIŠŤAK, J. *JIDOKA*. IPA Slovník [online].© 2012 [cit. 6.5.2013]. Dostupný z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/jidoka>
- [9] BRATHOVÁ, J. *Štíhlý podnik aneb Proč a jak na to?*. Publikační činnost. API - Akademie produktivity a inovací s.r.o. [online]. ©2005-2012 [cit. 6.5.2013]. Dostupný z: <http://e-api.cz/page/69208/>
- [10] *JIDOKA - Autonomnost pracoviště*. Svět produktivity [online].©2012 [cit. 6.5.2013]. Dostupný z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Jidoka.htm>
- [11] ZELENÝ, M. *Kvalita není jakost*. [online].©2004-2012 [cit. 6.5.2013]. Dostupný z: <http://www.risk-management.cz/index.php?cat2=3&clanek=32>
- [12] ZELENÝ, M. *Proč definovat kvalitu*. [online].©2004-2012 [cit. 6.5.2013]. Dostupný z : <http://www.riskmanagement.cz/index.php?cat2=3&clanek=33>

- [13] DUDEK, M. *Od kontroly jakosti k ISO 9000* [online]. 7.2001 [cit. 6.5.2013]. Dostupný z: <http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/qmag/mj20-cz.htm>
- [14] *Řízení kvality*. Managementmania [online]. ©2011-2013 [cit. 6.5.2013]. Dostupný z : <https://managementmania.com/cs/rizeni-kvality>

Zdroje firmy Kamax s.r.o.:

- [15] *Historie*. Kamax [online]. ©1998-2009 [cit. 6.5.2013]. Dostupný z: <http://www.kamax.com/cz/podnik/historie/>
- [16] *Výrobky*. Kamax [online]. ©1998-2009 [cit. 6.5.2013]. Dostupný z: <http://www.kamax.com/cz/vyrobky/>
- [17] *Zákazníci*. Kamax [online]. ©1998-2009 [cit. 6.5.2013]. Dostupný z: <http://www.kamax.com/cz/podnik/zakaznici/>
- [18] *Podnik*. Kamax [online]. ©1998-2009 [cit. 6.5.2013]. Dostupný z: <http://www.kamax.com/cz/podnik/>
- [19] Interní materiály firmy Kamax s.r.o.
- [20] Technické parametry stroje Nedschroef NB 512

Vlastní vytvoření obrázků:

- [21] Vlastní pořízení fotografie ve firmě Kamax s.r.o. a její grafické zpracování
- [22] Vlastní vytvoření 3D modelu v programu Solidworks a jeho grafické zpracování
- [23] Vlastní vytvoření 2D výkresu v programu AutoCAD a jeho grafické zpracování
- [24] Vlastní vytvoření grafu v programu Office Excel a jeho grafické zpracování

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1: Zákazníci výrobního závodu KAMAX s.r.o. v Turnově [17]
Obr. 2: Ojnicí šrouby[16]
Obr. 3: Šrouby pro seřízení ventilů[16]
Obr. 4: Šrouby ložiska[16]
Obr.5: Excentrický šroub[16]
Obr.6: Rýhované kolové čepy[16]
Obr.7: Čep s dlouhým dřikem[16]
Obr.8: Systémy pro izolaci zvuků šířící se hmotou[16]
Obr.9: Šrouby pro připevnění pásů[16]
Obr. 10: Definice času pro seřizování [5]
Obr. 11: Znázornění dvou přístupů ke změnám [1]
Obr. 12: Tři kroky SMED [1]
Obr. 13: Rychloupínací prvky [5]
Obr. 14: Kontrolní panel [1]
Obr. 15: Pojízdny vozík [1]
Obr. 16: Funkce JIDOKA [10]
Obr. 17: Efektivní obsluha strojů [8]
Obr. 18: Pracoviště stroje Nedschroef NB 512
Obr. 19: Fixírka
Obr. 20: Mytí prostoru kupy
Obr. 21: Usazení kazety
Obr. 22: Kazeta kupy
Obr. 23: Výměna víčka kupy
Obr. 24: Horní dopravní cesta
Obr. 25: Vodící pravítko
Obr. 26: Přední dopravní cesta
Obr. 27: Zadní dopravní cesta
Obr. 28: Zobrazení oblasti válcovačky
Obr. 29: Náběhová a výběhová strana válcovacích čelistí
Obr. 30: Štelovací šrouby pro nastavení přitlaku
Obr. 31: Tabulka nastavovaných hodnot
Obr. 32: Montáž dopravních cest před válcovačkou
Obr. 33: Nastavení dopravní cesty za kupou
Obr. 34: Nastavení šířky dopravníku pomocí seřizovacího kola
Obr. 35: Seřízení dopravních cest před kupou
Obr. 36: Detail na maximální mezeru nad hlavou šroubu
Obr. 37: Poloha rohatky před kupou
Obr. 38: Demontáž matricových nástrojů
Obr. 39: Demontáž razníku
Obr. 40: Oblast stříhu
Obr. 41: Demontáž střížné matrice
Obr. 42: Transport s dopravními prsty
Obr. 43: Mytí razníkových bloků
Obr. 44: Montáž prvků lisovacího stupně
Obr. 45: Montáž prvků lisovacího stupně
Obr. 46: Montáž prvků lisovacího stupně
Obr. 47: Nastavení střížné mezery
Obr. 48: Nastavení polohy dorazu drátu

-
- Obr. 49: Kontrola výšky klínu
Obr. 50: Nastavení délek
Obr. 51: Povolení matice zajišťující polohu jezdce
Obr. 52: Nastavení podání pomocí klíčky
Obr. 53 : Podávací prizmata
Obr. 54: Seřízení rovnacích rolen (zleva) v rovině vodorovné a svislé
Obr.55: Seřízení rovnacích rolen (zleva) v rovině vodorovné a svislé
Obr. 56: Časování transportu
Obr. 57: Krabice s mustry
Obr. 58: Kontrola výšky hlavy
Obr. 59: Kontrola osování
Obr. 60: Kontrola závitů mikrometrem
Obr. 61: Špatné seřízení půlotáčky
Obr. 62: Správné seřízení půlotáčky
Obr. 63: Čidlo na kontrolu délky výstřižku
Obr. 64: Zobrazení maximálních sil s nastavenými hranicemi [19]
Obr. 65: Zobrazení obalových křivek a volba trendů [19]
Obr. 66: Výlisek s přetočeným šestihranem
Obr. 67: Čidlo na vstupu do kupy
Obr. 68: Čidlo na kontrolu vstupu výlisků do válcovačky
Obr. 69: Čidlo na kontrolu rozměru Lg
Obr. 70: Ukázka kontrolního plánu výroby s popisem [19]
Obr. 71: Štítek pro označení dávky k dalšímu šetření [19]
Obr. 72: Stanice DataMytu
Obr. 73: Ukázka kontrolního listu [19]
Obr. 74: Ukázka evidenčního listu kontroly [19]
Obr. 75: Razítko pro uvolnění dokončené dávky [19]
Obr. 76: Vizuální označení
Obr. 77: Návrh drážky držáku
Obr. 78: Měření čelisti
Obr. 79: Označení válcovací čelisti
Obr. 80: Zásobník pro demontované součástky
Obr. 81: Rampa nad válcovačkou
Obr. 82: Malý zásobník
Obr. 83: Pojízdni stolek s demontovanými komponenty
Obr. 84: Zásobník pro součástky kupy
Obr. 85: Znázornění výškové měrky a její umístění
Obr. 86: Konstrukce razníku 4. lisovacího stupně před (vlevo) a po úpravě (vpravo)
Obr. 87: Zobrazení přední části razníku před (vlevo) a po úpravě (vpravo)
Obr. 88: Přesun operace mezi pracovníky
Obr. 89: Výsledek procesu redukce času těžké přestavby
Obr. 90: Srovnání ročních úspor času při jednotlivých druzích přestaveb

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA I	Ukázka kontrolního plánu výroby
PŘÍLOHA II	Shrnutí doporučených řešení
PŘÍLOHA III	Stávající stav přestavby ve dvou
PŘÍLOHA IV	Zlepšený stav přestavby ve dvou
PŘÍLOHA V	Srovnání stavů přestavby ve dvou